

KLASIKOAK, S.A. lukro-asmorik gabeko elkarteak argitaratu du obra hau, elkartearen sustatzaile eta partaideak honako erakunde hauek izanik:

Fundación BBVA



Bilbao Bizkaia Kutxa — BBK



Gipuzkoa Donostia Kutxa — KUTXA



Caja VITAL Kutxa



Euskal Herriko Unibertsitatea — UPV/EHU



Deustuko Unibertsitatea



Plan de Fomento
de la Lectura



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CULTURA

UDABERRI ISILA

Itzultzailea: Elhuyar Fundazioa - Lurdes Rada

Rachel Carson

UDABERRI ISILA



Jatorrizko izenburua:

Silent Spring

Euskaratzailea: *Elhuyar Fundazioa - Lurdes Rada*

Lehen argitalpena: 2007ko abenduan

© Rachel L. Carson

© Itzulpenarena: *Elhuyar Fundazioa - Lurdes Rada*

© Klasikoak, 2007-XI-12

Begoñako Andra Mari, 16

48006 Bilbo

Tel.: 944 161 489

Fax: 944 166 348

Erabat debekaturik dago, Copyright-titularren idatzizko baimenik gabe, legeek ezarritako zigorraren pean, zatika edo osorik obra hau birsortzea edozein bitartekoz edo prozeduraz, erreprografia eta trataera informatikoa barne direla, baita beronen aleak alokapen edo mailegutza publikoaren bidez banatzea ere.

ISBN: 84-96455-21-1

Lege gordailua: BI.-3799-07

Diseinua Azala: Área Gráfica

Roberto Turégano

San Lorenzo, 5. 28004 Madrid

Diseinua Maketa: LA Diseinua

Begoñako Andra Mari, 10. 48006 Bilbo

Inprimaketa: Gestingraf L. B. A.

Ibarsusi Bidea, 3. 48004 Bilbo

HITZAURREA

Asko pozten nau Rachel Carsonen liburu garrantzitsu hau irakurle britainiarrei aurkezten esku hartzeak, nahiz eta jakin Lord Shackletonen aitzinsolas bikainari ekarpen txikia egin diezaiokedala.

Dena dela, puntu gutxi batzuk aipatu nahi nituzke. Izurriak kontrolatzea beharrezkoa eta komenigarria da, jakina, baina ekologia-kontu bat da, eta ezin da utzi kimikarien esku erabat. Irabazi-asmoak sustatua izateaz gain, gure planteamendu erabat teknologikoen eta kuantitatiboen beste sintoma bat da kontrol kimiko masiboetarako egungo joera hau. Planteamendu ekologikoak, aldiz, oreka dinamikoaren helburua dakar, lehiakide diren hainbat aldagairen edo itxuraz kontrajarriak diren hainbat interesen arteko egokitzapen-eredu integratu bat, alegia.

Gizakiaren zerbitzurako ekologia ezin da izan kuantitatiboa edo aritmetikoa soilik: osotasunean landu behar ditu egoerak, eta, kantitate-terminoetan ez ezik, kalitate-terminoetan ere pentsatu behar du. Gatazka bat dago orainaldiaren eta etorkizunaren artean, berehalako eta alde bateko interesen eta gizateriaren betiereko interesen artean. Hortaz, baliabideen erabilera optimoa ez ezik, babeste optimoa ere izan behar du helburutzat ekologiak. Are gehiago, baliabide horien artean, gozamen-baliabideak daude, hala nola paisaia eta bakardadea, edertasuna eta onura, eta baliabide naturalak, elikagaiak edo mineralak kasurako; eta, elikagai-ekoizpenaren interesekin alderatzeko, beste interes batzuk ere jarri behar ditugu balantzan, hala nola giza osasuna, arroen babesak eta aisia.

Pestizida kimikoen erabilera masiboaren ondorio nabarmenetako bat da Britainia Handian tximeleta asko kasik desagertu izana. Almirante gorriak (*Vanessa atalanta*) eta pauma tximeletak (*Inachis io*) erakartzen zituzten buddleia zuhaixketan, noizean behin, *Vanessa urticae* edo *Pieris rapae* batek hartzen du ostatu orain; eta kareharrizko

lurretan kasik ez dago tximeleta urdinik. Kukuak urri dira oso, beldarrak —haien oinarrizko dieta— akabatu dituztelako. Hegaztiak sufritzen ari dira, intsektu eta zizareen urritasunagatik eta pozoi-hondakinengatik. Landare-hesi, bide-ertz eta larreak lore eder eta kutunak galtzen ari dira. Rachel Carsonen liburua irakurri ondoren nire anaia Aldousek esan zuen bezala, poesia ingelesaren gaiaren erdia galtzen ari gara berez.

Izurriak kontrolatu ordez deuseztatzeko grina —adibide asko eman ditu Rachel Carsonen— pentsamolde kuantitatiboaren beste sintoma bat da. Deuseztatze kontzeptua bera ez-ekologikoa da, bai. Ia ezinezkoa da, dudarik gabe, intsektu-izurri handi bat deuseztatzea, baina nahi-ko erraza da prozesu horretan ez-izurrite ez-handi direnak deuseztatzea.

Ez da kontrol-metodoak eskuragarri ez baleude bezala. Carson andereñoak haien lorpenei buruzko hainbat adibide eman ditu. Ar irradiatuak askatzea da intsektu-izurriak kontrolatzeko metodo biologiko interesgarrienetako bat: antzuak dira, eta, kopuru egokietan askatzen badira, ugaltze-ratioa ikaragarri txikiagotuko dute.

Ez pentsa kontrol kimikoa bertan behera uztea bultzatzen ari naizenik. Asko zor diegu gogaitzen gaituzten askotariko izurriak kontrolatzeko metodoak eman dizkiguten kimikariei. Gogora dezagun, esate baterako, antibiotikoez zer garrantzi duten gaitz infekziosoak kontrolatzeari dagokionez, edo DDTak, malaria kontrolatu nahi badugu (nahiz eta arlo horretan ere aurrez ikusi gabeko ondorio gogaikarri eta berezkoak agertzen ari diren bakterio- eta eltxo-aldaera erresistente eran). Nik deitoratzen dudana —ziur nago ekologista, naturalista eta kontserbazionista gehienek izenean ari naizela— eta nik gaitzesten dudana da tratamendu kimiko masiboa defendatzea eta praktikatzea izurrien kontrol-metodo nagusi gisa. Kontrol kimikoa, oso onuragarria izan daitekeen arren, kontrolatu egin behar da, eta beste metodo batzuk eskuragarri ez daudenean soilik baimendu behar litzateke, araudi zorrotzei jarraiki, eta plangintza ekologiko orokor baten barruan.

Basabiziaren tragediarekin gertatzen ari dena aipatzen du Lord Shackletonek amaierako paragrafoan. Dudarik gabe, hori da; baina zerbait gehiago ere bada. Tragedia ekologiko bat da. Paper garrantzitsua jokatzen ari da gizakia bere bizilekua hondatzeko eta suntsitzeko prozesuan. Izurri-kontrolatzaileak kontrolatu behar ditugu. prozesuak esku artetik ihes egin baino lehen.

JULIAN HUXLEY

AITZINSOLASA

Liburu bikain eta eztabaidagarri honetan, biologo gisa duen prestakuntza eta idazle gisa duen trebetasuna erakusten dizkigu Rachel Carsonek, gizakiaren aurrerakuntza teknologikoaren alderdi esanguratsu eta maltzur bat indar handiz deskribatuz. Gai kimiko toxikoen erabileraren eta basabereen suntsiketa hedatuaren historia da hau; pestizidek, fungizidek eta belar-hiltzaileek Estatu Batuetan eragindako suntsiketaren historia. Baina *Udaberri isila* ez da pozoiei buruz soilik ari, ekologiari buruz ari da, landare eta animaliek ingurumenarekin eta batzuek besteekin duten harremanari buruz. Helburu horri dagokionez, ekologistak gero eta gehiago ohartzen ari dira gizakia animalia bat dela —animalia guztietatik garrantzitsuena— eta, nahiz bere etxebizitza artifiziala izan, ezin duela onartu izaki bizidunek osatzen duten eta orain oso gutxi arte babesa eman dion ingurune naturala txikitu eta inolako zigorrik ez jasotzea. Funtsean, beraz, Rachel Carsonek abagune ongi arrazoitu eta adierazgarria eskaintzen dio gizakiari aintzat hartzen ikas dezan planeta honetako mundu bizidun osoaren partaide dela, eta bere bizi-baldintzak konprenitu behar dituela; hala, baldintza horiek hautsi ez daitezen, egoki jokatu behar du.

Hemen, Britainia Handian, erasoak ez digu eragin Amerikan besteko intentsitatearekin, baina hemen ere badago historiaren alde ilun bat. Izan da, adibidez, azeriei eragindako heriotza misterioetsuen berri. «Azeri-akabatzeari» buruzko lehenengo datu funtsezkoak 1959ko azaroan bildu zituzten, Oundletik gertu, Northamptonshiren. Laster herrialde osoetik hasi ziren datuak iristen, harik eta 1.300 azeri hil aurkitu zituztela kalkulatu zuten arte. Espekulazio ugari izan ziren heriotzen jatorriaren inguruan. Iradoki zuten heriotzak gaitz biriko batek eragin zituela. Sintomak bitxiak ziren. Azeriak nahasirik agertzen ziren, erdi-itsu, biziki sentikor zaratarekiko, egarriak itotzen... eta hil

egiten ziren. Bazen beste sintoma arraro bat. Nature Conservancy izeneko erakundeak adierazi zuen bezala, gaixotutako azeriek gizakiari beldurra galdu zioten, antza, eta toki bitxietan aurkitu zituzten, Master of the Heythrop Hunt inguratzen duen lorategian, esate baterako. Garai hartan, azterketa arruntek ezin zuten erantzun bat eman, baina, duela gutxi garatutako bilaketa-metodoetan oinarrituta, ikertzaileek orain uste dute hidrokarburo kloratuek eta landan nahierara erabiltzen zituzten beste pozoï batzuek eragin zutela «azerien heriotza».

Dena den, hegazti andana hilik agertu izanak utzi zuen agerian zer gertatu zen. Urteetan aritu ziren biologoak arriskuaz ohartarazten, eta, 1960rako, Parlamentuan eta beste hainbat tokitan, dieldrinaren, aldrinaren, heptakloroaren eta antzeko gai kimikoen erabilera mugatzeko eta galarazteko eskatzen zuen zenbaitek. Argi zegoen erabileraren gaineko kontrola nahiko desegokia zela, eta arreta handiagoz ibiltzeko eskariak egin zituzten erakunde ofizialetatik. Gero, 1961eko udaberria iritsi zen; milaka hegazti aurkitu zituzten orduan hilik edo hilzorian, landan barreiatuak. Estatu bateko historia soilik nahikoa da tragediaren nolakotasuna agerian uzteko. 1960ko udaberrian, Tumbryn, Lincolnshiren, hegazti-galera handien berri eman zuten. 1961ean, 6.000 hegazti hil baino gehiago zenbatu zituzten. Norfolkeko Sandringhameko egoitzatik iritsitako hegazti hilen zerrendan, faisaiak, eper gorriak, eperrak, pagausoak eta txolomak, txorru arruntak, txonta arruntak, zozo arruntak, birigarro arruntak, hegatzabal arruntak, uroilo arruntak, negu-txontak, landa-txolarreak, etxe-txolarreak, eskinosoak, berdantza horiak, tuntun arruntak, belabeltzak, bele txanodunak, karnabak eta gabiraiak zeuden. 142 gorpu baino gehiago bildu zituzten hamaika ordu eta erdian, ikerketa-kontaketa berezian, eta ehunka gehiago hurrengo asteetan. Hegazti horien artean, legeak bereziki babesten dituen batzuk zeuden —besteak beste, negu-txontak—; alabaina, denek egin zuten gainbehera bereizi gabe aplikatutako gai kimiko toxikoen aurrean.

Hondamendi horren ondoren, presio gehiago etorri ziren. Gaia urgentziaz eztabaidatu zuten Parlamentuan. Nekazaritza, Arrantza eta Elikadura Ministerioak bilerak deitu zituen. Nature Conservancy elkarteak esku hartu zuen, Hegaztiak Babesteko Errege Elkartearen, Britainia Handiko Ornitologia Fundazioaren, Ehizaren Ikerketa Elkartearen eta beste zenbaiten sostenguekin, eta, azkenik borondatezko akordio batera iritsi ziren. Akordio horren arabera,

haziak tratatzeko zenbait konposaturen erabilera murriztuko zen, gari-euliaren eraso aurreikusten zenean izan ezik, eta, orduan ere, udazkeneko ereinaldietan soilik baimenduko zen. Baina begi-bistakoa da ihinztadurengatiko kutsatzeak oraindik ere jarraitzen duela. Nolanahi ere, borondatezko debekuak nabarmen gutxitu du, dudarik gabe, hazi toxikoek eragindako hegazti-heriotzen kopurua. 1961-1962an, ereite-kondizioak aldekoak ziren oso, eta baja-kopurua txikitzea ekarri behar zuen horrek; alabaina, heriotza askoren berri etorri zen elkarrengandik oso urrun zeuden hainbat tokitatik. Berriro ere, heriotzen zerrenda luzea izan zen Tumbyn, faisaiena bereziki, eta bizirik iraun zuten hegaztien ugalkortasunari larri eragin zion. Habia-uzteak urte hasieran hasi ziren, eta 740 faisai-arrautzako lagin batean jaiotako txita kopurua ohikoaren nahiko azpitik zegoen. Gainera, jaiotako txita asko txikiak ziren, eta laster hil ziren. Analisi-metodo hobetuak erabiliz, aurkitu zuten arrautza hutsetako askotan merkurioa eta BHCa (hexaklorobentzenoa) —nekazaritzan hedatuki erabiltzen diren gai kimikoak biak— zegoela.

Belatz handiaren historia biziki adierazgarria da. Gai kimiko toxikoekin landutako lurretan gertatzen ari den aldaketaren ezaugarri. Belatz handiak, beste harrapari batzuekin batera, egiteko garrantzitsua du landako ekologian. Belatz handiaren 1962ko banaketa-mapa bati begiratuz gero, ikusiko duzue nabarmen urritu dela Ingalaterra hegoaldean. Ingalaterra iparraldean, ugaria da oraindik, baina, bikote batzuek arrautzak jartzen dituzten arren, arrautzen erdiek baino gehiagok huts egiten dute. Egoera antzekoa da Eskozia hegoaldean. Mendialdean eta uharteetan soilik izan da arrunta habia egiteko sasoia. Abandonatutako habia batetik, Perthetik gertu, hartutako arrautza baten analisisan, pozoia agertu da berriro.

Beste harrapari batzuk ere aurkitu dituzte hilik, —hontzak, adibidez—. 1962ko uztailaren 9an hilik aurkitu zuten Kensingtoneko urubi arruntarena adibide adierazgarria izan zen. Hegaztiak Babesteko Errege Elkarteko kimikariak analizatu zuen hegaztia, eta merkurioa, hexaklorobentzenoa, heptakloroa eta dieldrina aurkitu zituen. Londreseko lorategietan karraskariak edo intsektuak jateagatik kutsatuko zen, agian, urubia. Birigarro bat ere aurkitu zuten Londreseko erdigunean 1962ko udan, eta antzeko konposatuak zituen barruan. Hidrokarbuo kloratuetan oinarritutako lorezaintzako zenbait gai kimiko, salgai eta «segurutzat» etiketatuta daudenak, ugaritu egin dira,

eta faktore hori berria eta kezkarria da, batez ere, norbera konturatzen denean landan halako hondamendia eragin dutenen antzeko osagaiak dituztela horietako batzuek. Litekeena da gure lorategiak ere toki oso arriskutsuak izatea basabereentzat.

Estatu Batuetan, su-inurriaren, *Choristoneura fumiferana* intsektuaren edo ijito-sitsaren aurka, konderriak eta estatu osoak ihinzatu dituzte, eta, prozesu horretan, basabereei ez ezik, etxebereei ere kalte larriak eragin dizkiete gobernu-agentzia batzuek. Horrelakorik ez dugu izan hemen. Antzeko zerbaitetik gertuen 1950eko hamarkadan izan ginen. Merkataritza-interesak direla medio, errepide-saileko agintari britainiarrak konbentzitzen saiatu ziren bide-ertzetan eta landare-hesietan herbizida-sprayak hedatuki erabiltzen hasteko. Horrelakoen ondorio izugarriak oso egoki deskribatu ditu Rachel Carsonek, Estatu Batuetako esperientziatik abiatuta. Gure herrialde honetan, Nature Conservancyk, naturalista haserretuak alde zituela, geldituenera eustea lortu zuen, saiakuntzazko tratamenduen kasuan izan ezik. Proba zientifikoek eta kostu-analisiak erakusten zuten gai kimikoak modu masiboan erabiltzeko neurritz kanpoko eta egiaztatu gabeko eskariek ez zutela azterketa gaiturik, eta, beraz, bidaiari eta zergadun britainiarrak *Udaberri Isila* liburuan jasotzen diren izugarrikerietatik libratu dira, errepide nagusietara zorrotz mugatutako ihintzadurak orain baimenduta dauden arren.

Gizakiari dagokion alderdia da, agian, liburu honen zatirik zitalena, baina Rachel Carsoni berari utzi behar diot bere benetako istorioa kontatzen. Kontua da hondakin kimikoak aurkituko dituztela gure jangaietan. Arriskurik ez dagoela esan digute ofizialki, baina, era berean, Chester Beatty Institutuko Boyland irakasleak esan digu kartzinogenoei dagokienez ez dagoela dosi segururik, eta, balego ere, ez gukeela jakingo zenbatekoa den. Gai kimiko horiek jaten ari gara, kantitate txikitari agian, kantitate handietan agian, eta, dudarik gabe, gure gibel eta gantzetan metatzen ari dira. Ongi dokumentatutako Carsonen istorioan jasotako ebidentziak onartu ala ez, onartu behar guke edozein kutsatzaile saihestu behar litzatekeela benetan segurua dela egiaztatzerik izan arte. Inork ez luke gomendatuko soroak erradioaktibitatearekin ihintzatzea; hala ere, ez dugu etenik egiten gai kimiko mutagenoak erabili aurretik, eta azken horien ondorioak antzekoak izango dira, Alexander doktoreak —Chester Beatty

Institutukoa— agerian jarri dituen zenbait alderdiri dagokienez. Ez da gai erraza; izan ere, gure jangaietan jada gai kimiko asko daude, eta gizakiarentzat arriskutsuak izan daitezkeen kutsatzaile batzuk daude naturan.

Ez litzateke zilegi izango Britainia Handiko estamentu ofizialei batere axolarik ez diela esatea. Britainia Handiko Ikerketa Biologiko Industrialen Elkartea eta antzeko beste erakunde batzuk eratu dira berriki, eta arazo honekin buru-belarri ari dira. Ahalmen handiko gobernu- eta zientzia-batzordeak daude, eta Nekazaritza, Arrantza eta Elikadura Ministerioak, haren aurpegi publikoa gatzila bada ere, kontrol eraginkorra egiten du orain nekazaritzako langileak pozoitu ez daitezen. Gainera, dirudien baino lan askoz gehiago egiten ari da alor horretako beste alderdi batzuetan. Gauza bera gertatzen da konpainia kimikoekin.

Irlandako patata-gosete handia eta haren antzeko hondamendiak gogoratzeko, txanponaren bi aldeei begiratu behar diegu, baina oraindik ere urgentzia-falta sumatzen da pozoiz batzuen erabilerak ekar ditzakeen arriskuen inguruan, ezkutukoenen inguruan bereziki. Nekazaritzaren estamentua hain konbentzitura dago gai kimiko horien erabileraren bidezko ekoizte gero eta handiagoaren onura handiaz, ezen arazoa baliagarritasun-terminoetan neurtzen dutenean zaila egiten baitzaie epe luzeko ondorio hedatuak ikustea. Gai kimiko horiek irensten jarraituko dutela dirudi, nahi ala ez, eta litekeena da benetako ondorioak beste hogeit edo hogeita hamar urtean ez ikustea.

Ikertu ere, ez da nahikoa ikertu. Oso argi ikusten zen hori Sanders Batzordearen txostenean. Aditu askok —baina ez guztiek— hutsaltzat dituzten arrisku horiek hartzen jarraitzeko modukoak al dira gizakiaren irabaziak? Eta, hala bada, prest al gaude basabiziaren suntsiketaren eta krudeltasunaren aurrean ez ikusia egiteko? Hemen beste arrisku bat dago, ekologistak berezi kezkatzen dituen arriskua. Duela urte batzuk, izurri larri batek Afrika mendebaldeko koko-uztei eraso zien. Egindako aurkikuntzen arabera, inurriek babesten zuten oskol batean aurkitutako birusak eragiten zuen gaitza. Kontraerasoa inurrien aurka zuzendu zuten, eta gaitza gutxitu zuten, baina oreka naturala hautsi zen, eta, geroago, lau intsektu-izurrite baino gehiago agertu ziren. Beste hidrokarburu kloratu bat, DDTa, efektibotasun gutxiagokoa dela frogatzen ari dira dagoeneko. Malaria eragiten duten hogeita sei anofele

eltxo espezie baino gehiago DDTarekiko erresistenteak dira, eta, agian, arma kimikoek egiaztatuko dute gure eskuetan leher daitezkeela.

Bizi garen inguruneko izaki bizidun guztien arteko interakzioa ulertu behar dugula erakusten digu ekologiaren zientziak. Britainia Handian, zorionez, agentzia ofizial bat dago —Nature Conservancy— ingurune naturala aztertzeko, eta ikerketa eta saiakuntzen bidez hura nola kudeatu eta babesten ikasteko, gizakiaren eta naturaren arteko elkarbizitza harmoniatsua izan dadin. Jende askok, ordea, hegaztiak, tximeletak eta basaloreak babesten dituen erakunde soiltzat du. Premiazkoa da iritzi publikoak hobeto ulertzea Conservancy gisako erakunde batek zer arazo larri eta arriskugarri egin behar dien aurre, eta *Udaberri Isila* bide egokia izan liteke zientzialari ez direnekin hori lortzeko.

Lurzorua ez da bizigabea; beharrezkoak zaizkigun izaki bizidun ñimiñoek eta landareek beterik dago. Alabaina, pozoiak ihintzatzan ditugu haien gainean, zabal-zabal. Harraparien heriotzak oharpen bat izan litezke gizateriaren harraparik handienarentzat. Duela gutxi, Basabiziaren Fundazioak Londresen antolatutako afari batean, honela zioen Herbeheretako Bernhard printzeak:

«Espazioa konkistatzearekin amets egiten dugu. Ilargiaren konkista prestatzen ari gara jada. Baina beste planetak geurea tratatzen dugun bezala tratatzeko asmotan bagabiltza, hobe dugu Ilargia, Marte eta Artizarra ez ukitzea.

Gure hirietako airea kutsatzen ari gara, ibaiak eta itsasoak kutsatzen ari gara, lurzorua bera kutsatzen ari gara. Kutsadura horietako batzuk saihestezinak dira, agian. Baina ez bagara elkartzen, eta Ama Lurraren aurkako eraso horiek geldiarazteko benetako ahalegin sendoa egin ahal den toki guztietan, plastikoz, zementuz eta robot elektronikoak jositako basamortu bihurtutako mundua aurkituko dugu, beharbada, egunen batean —laster, agian—. Mundu horretan ez da jada «natura»rik izango, gizakia eta etxe-animalia gutxi batzuk izango dira mundu horretako izaki bizidun bakarrak.

Eta gizakia ezin da bizi naturarekin nolabaiteko harreman bat izan gabe. Zoriontsu izateko, ezinbestekoa du».

Liburu honetako zati batzuk gustuko ez dituztenei, edo argudioetako batzuk gezurta ditzaketela irizten diotenei, eskatu behar diet begira diezaiotela argazkiari bere osotasunean. Kontu arriskutsuak ditugu eskuartean, eta beranduegi izan liteke arriskuaren ebidentzien

zain egoteko. Talidomidaren tragediak, erretzeagatiko biriketako minbiziaren tragediak eta beste adibide askok erakusten digute zenbateraino huts egin dugun arriskuak aurreikusten eta behar bezain arin jarduten. Ekologista famatu batek esaten zidan *Udaberri Isila* liburuko zenbait gauza neurritz kanpokoak iruditzen zitzaizkiola orain baina hamar urte edo gutxiago barru egiaren laurdena izan zitezkeela.

Teorian, irtenbide sakonagoak bila ditzakegu; besteak beste, garatzen lan gutxi emango duten uzta-aldaera gogorak eta, batez ere, gizakiaren beharrak ere betetzen dituen oreka naturala sustatzeko kudeaketa ekologikoa. Gaur egun, urri dira alor honetako unibertsitatesaiakuntzak. Ez da aukera samurra zientzialarientzat, ez eta gizakiarentzat ere, baina aurre egin behar diogu. Oinarrizko ikerketarako diru-baliabide gehiago izatea esan nahi du horrek, eta, beharbada, merkaturatzeko artikulua berriak garatzeko baliabide gutxiago izatea. Landetako basabiziaren tragediak balore etiko eta estetikoak barne hartzen ditu, eta, batzuetan, gizakiaren iraupenarekin lotzen da.

Edinburgoko dukeak Basabiziaren Fundazioaren afarian esan zuenez,

«Meatzariek kanarioak erabiltzen dituzte gas hilgarriez ohartarazteko. Ez legoke gaizki mezu bera jasotzea gure landetan hildako hegaztietatik».

SHACKLETON

Lorden Ganbera, Londres

ESKER ONA

Mundu txiki bizigabe bati buruzko bere esperientzia mingotsa kontatu zidan Olga Owens Huckinsek, 1958ko urtarrilean idatzitako eskutitz batean, eta, hala, aspalditik kezkatzen ninduen arazo batean arretra jarrazazi zidan berriro. Liburu hau idatzi behar nuela konturatu nintzen orduan.

Ordutik hona igaro diren urte guztietan, jende askoren laguntza jaso dut laguntza eta bultzada, eta ezinezkoa zait guztiak hemen aipatzea. Urte askotako eskarmentua eta ikerketa nirekin modu askean partekatu dituztenak dira: askotariko gobernu-agentziak, hemengoak eta beste herrialde batzuetakoak; unibertsitate eta ikerketa-erakunde asko; eta profesio ugaritako jendea. Horiei guztiei, nire eskerrik beroena, hain eskuzabal eskaini dizkidaten denbora eta iritziengatik.

Eskerrak, bereziki, eskuizkribuaren zati batzuk irakurtzeko eta beren ezagueran oinarritutako azalpenak emateko eta kritikak egiteko denbora hartu dutenei. Azken batean, testuaren zehaztasuna eta sendotasuna nire erantzukizuna diren arren, ezin izango nuen liburua osatu espezialista hauen laguntzarik gabe: Mayo Klinikako L. G. Bartholomew, M.D.; Texaseko Unibertsitateko John J. Bieselee; Ontario Mendebaldeko Unibertsitateko A.W.A. Brown; Connecticuteko Westporteko Morton S. Biskind, M.D.; Herbehereetako Landareak Babesteko Zerbitzuko C.J. Briejer; Rob and Bessie Welder Basabiziaren Fundazioko Clarence Cottam; Cleveland Klinikako George Crile, Jr, M.D.; Connecticuteko Norfolkeko Frank Egler; Mayo Klinikako Malcolm M. Hargraves, M.D.; Minbiziaren Institutu Nazionaleko W.C. Hueper, M.D.; Kanadako Arrantza Ikerketen Bulegoko C.J. Kerswill; Wilderness Elkarteko Olaus Murie; Kanadako Nekazaritza Departamentuko A.D. Pickett; Illinoiseko Historia Naturalaren Ikerketa Saileko Thomas G. Scott; Taft Sanitate Ingeniaritzaren Zentroko

Clarence Tarzwell; eta Michiganeko Estatu Unibertsitateko George J. Wuilace.

Askotariko jazoeretan oinarritutako liburu-idazle orok asko zor die liburuzainen trebetasunari eta laguntzari. Zorretan nago, beraz, askorekin, baina, bereziki, Barne Liburutegiaren Departamentuko Ida K. Johnstonekin eta Osasun Institutu Nazionaleko Liburutegiko Thelma Robinsonekin.

Nire editore Paul Brooksi dagokionez, urteetan adore eman dit urteetan, eta bozkarioz egokitu ditu bere planak luzamendu eta atzerapenetara. Horregatik, eta haren zuhertasun editorial adituagatik, esker onez beterik nago harekin.

Laguntza trebea eta leiala jaso dut liburutegietako ikerketalanetan Dorothy Algire, Jeanne Davis eta Bette Haney Duffengandik. Eta abagune zailetan, zenbaitetan, ezin izango nuen zeregina osatu nire giltzari Ida Sprowen laguntza leialarengatik izan ez balitz.

Liburu hau idaztea merezi zuela sinetsarazi didan jende andanari aitortu behar diot, azkenik, haiekin dudan zor handia, haietako asko pertsonalki ezagutzen ez ditudan arren. Haiek hitz egin zuten lehen aldiz gizakiak beste izaki bizidun guztiekin partekatzen duen munduaren pozoitze arriskutsuaren eta axolagabearen kontra, eta, orain, buru-belarri borrokatzen ari dira inguratzen gaituen munduarekiko gure egokitzapenean azkenean osasunak eta sen onak irabaziko dituzten ehunka bataila txiki horietan.

RACHEL CARSON

Egilearen oharra

Testua ez dut oin-oharrekin zamatatu nahi izan, baina konturatzen naiz nire irakurleetako askok eztabaidagaietako batzuk landu nahiko dituztela. Hortaz, erabili ditudan informazio-iturri nagusien zerrenda sartu dut, kapituluka eta orrialdeka ordenatuta, liburu-amaieran aurkituko duzuen eranskin batean.

R.C.

1. kapitulua

Elezahar bat etorkizunerako

Bazen behin hiri bat, Amerikaren bihotzean, non bizitza inguruarekin harmonian igarotzen zela baitzirudien. Etxalde oparoz osatutako xake-ohol baten erdian kokaturik zegoen hiria, gari-soro eta baratzez inguratua, non, udaberrian, soro berdeetan lore-hodei zuriak nabarmentzen baitziren. Udazkenean, haritz, astigar eta urkiek kolore-sutea sortzen zuten pinudien beste aldetik dir-dir eginez. Orduan, azeriek ulu egiten zuten muinoetan eta oreinak isilean zeharkatzen zituen zelaia udazken-goizeko lanbroan erdi ezkutaturik.

Bide-bazterretan, erramu, *viburnum* eta haltzek, garo handi eta basaloreek atseginez betetzen zituzten bidaiarien begiak ia urte osoan zehar. Neguan ere bide-ertzak toki ederrak ziren; txori ugari joaten zen hara baiak jatera eta soroetan elurraren artean ageri ziren aleak jatera. Eskualde hura, berez, famatua zen hango hegaztien ugaritasun eta aniztasunagatik, eta, udaberri eta udazkenean migratzaile-andanek zerua zeharkatzen zutenean, urrutitik bidaiatzen zuen jendeak haiei behatzeko. Beste batzuk arrantza egitera etortzen ziren; muinoetatik erreka garden eta hotzak jaisten ziren, eta amuarraيين atsedenerako putzu itzaltsuak zituzten. Duela urte asko izan zen hori, lehen kolonoek beren etxeak jaso, putzuak zulatu eta ukuiluak eraiki zituzten egunetan.

Orduan, izurrite ezezagun bat hedatu zen pixkanaka eskualdean, eta dena aldatzen hasi zen. Sorginkeria gaiztoren bat finkatu zen komunitatean: eritasun misteriotsuek oilategiak garbitu zituzten; abelgorri eta ardiak gaixotu eta hil egin ziren. Heriotzaren itzala edonora zabaldu zen. Senitartekoen gaitz ugariei buruz jardun zuten baserritarrek. Hirian, sendagileak gero eta harrituago zeuden pazienteen artean agertzen ari ziren gaixotasun mota berriak zirela eta. Ustekabeko eta argitu gabeko hainbat heriotza gertatu ziren, ez helduen

artean bakarrik, haurren artean ere bai. Jolasean ari zirela, bat-batean gaitzak harrapatu, eta handik ordu gutxira hiltzen ziren.

Ezohiko baretasuna zen. Txoriak, adibidez, nora joanak ziren? Jende askok hitz egiten zuen haietaz, harrituta eta kezkatuta. Etxe atzeko (lorategietako) jantokiak hutsik zeuden. Ikusten ziren txori urri haiek hilzorian zeuden; dardarizo bizian eta hegan egin ezinik. Hotsik gabeko udaberria zen. Garai batean txantxangorri amerikar, uso, bele, txepetx eta bestelako dozenaka txoriren kantuekin alaitutako egunsentietan, ez zen ezer entzuten orain; isiltasuna baino ez, larre, baso eta zingiretan.

Etxaldeetan oiloek txitatzen zuten, baina arrautzetatik ez zen txitarik ateratzen. Baserritarrak kexu ziren ez zutelako txerririk haztea lortzen —kumaldiak txikiak ziren, eta txerrikumeak jaio eta egun gutxira hiltzen ziren—. Sagarrondoak loratzen ziren, baina erleek ez zuten lore artean burrunba egiten; hortaz, polinizaziorik izan ezean, ezin fruiturik jaio.

Bide-ertzak, garai batean hain erakargarriak, belztu eta zimeldutako landarez estalita agertzen ziren, suak erraustu balitu bezala. Haiek ere isil ageri ziren, hutsik, izaki bizidunen arrastorik gabe. Errekak ere hilik zeuden orain. Ez zuten amu-arrantzaleen bisitarik izaten, arrain guztiak hil baitziren.

Teilatu-hegaletako erretenetan eta lata-tarteetan, hauts zuri pikortsu batek orbanak eratzen zituen; aste batzuk lehenago erori zen mara-mara, elurra balitz bezala, teilatu, zelai, soro eta erreken gainean.

Mundu hondatu hartan bizitzaren berpiztea isilarazi zuena ez zen sorginkeria edo etsaiaren ekintza bat izan. Jendeak berak egin zuen.

Hiri hori ez da existitzen, baina antzeko milaka izan zitezkeen Amerikan edo munduan beste edozein tokitan. Nik deskribatu ditudan zorigaitz horiek guztiak bizi izan dituen gizatalderik ez dut ezagutzen. Hondamen horietako bakoitza, ordea, inon gertatu izan da inoiz, eta herri ugari jasan izan ditu zorigaizto horietako asko. Espektrro goibel bat zabaldu da gure artean ia oharkabea, eta asmatutako tragedia hori aise bilaka daiteke denok ezagutuko dugun errealtate latz .

Zerk isilarazi ditu udaberriko hotsak Amerikako hiri askotan? Hori azaltzeko saio bat da liburu hau.

2. kapitulua

Irauteko betebeharra

Lurreko biziaren historia izaki bizidunen eta haien inguruneen arteko interakzioaren historia izan da. Lurreko landareen eta animalien itxura fisikoa eta ohiturak ingurumenak moldatu ditu, neurri handi batean. Lurraren adin osoa kontuan izanda, kontrako eragina, hau da, biziak ingurumena aldatzearena, nahiko berria da. Mende honek hartzen duen denbora baino ez du behar izan espezie batek —gizakiak— bere munduaren izaera aldatzeko besteko boterea eskuratzeko.

Azken mende-laurdenean, botere hori neurri kezkarri bateraino hazi da; are gehiago, haren ezaugarriak ere aldatu egin dira. Gizakiak ingurumenaren aurka egindako eraso guztietatik kezkarriena da gai arriskutsu eta askotan hilgarriekin airea, lurra, ibaiak eta itsasoa kutsatzea. Poluzio horren ondorio gehientsuenak konponezinak dira; hasitako gaitz-katea, ez soilik bizia sostengatu behar duen munduan, bai eta ehun bizietan ere, geldiezina da neurri handi batean. Ingurumenaren kutsadura gaur egun orokor horretan, produktu kimikoak dira munduaren benetako izaera —bertako biziaren izaera— aldatzen duen erradiazioaren partaide zital eta gutxi ezagutuak. Leherketa nuklearrek airean askatutako estrontzio 90a euriarekin iristen da lurrera edo euri erradiaktibo moduan erortzen da, lurzoruan hartzen du ostatu, han hazten den belar, arto edo garian sartzen da, garaia iristen denean gizakiaren hezurdura hartzen du, eta han geldituko da hil arteraino. Hala berean, lur emankorretan edo baso eta lorategietan ihintzatutako produktu kimikoek luze irauten dute lurlean, organismo bizietan sartzen dira, eta batetik bestera igarotzen dira, pozoitze- eta heriotza-kate batean. Edo lurpeko errekaetara misteriozuki sartzen dira, gero berriz azaleratu, eta, airearen eta eguzki-argiaren arteko alkimiaren bidez, forma berriak hartu eta landaredia hil, abereak gaixotu, eta lehen garbiak izandako iturrietatik edaten dutenei kalte ezezagunak eragiten dizkiete. Albert

Schweitzer-ek zioenez, «Gizakiak nekez aitor ditzake berak egindako deabrueriak».

Ehunka milioi urte behar izan dira bizia gaur egun ezagutzen dugun moduan sortzeko; eonak biziaren garapen, bilakaera eta dibertsifikazioa ingurumenara egokitu eta harekin orekatu zen arte. Sostengatzen zuen bizia zorrotz eratu eta bideratzen zuen ingurumen horrek hainbat elementu zituen bere baitan, aurkakoak bezain babesleak zirenak. Arroka batzuek erradiazio arriskutsua igortzen zuten; energia eskuratzeko bizidun guztiek baliatzen duten eguzkiaren argiak berak uhin laburreko erradiazio kaltegarriak igortzen zituen. Denborarekin —denbora milurtekotan zenbatuta, ez urtetan— bizia egokituz joan da eta orekara iritsi da. Denbora baita ezinbesteko osagaia; baina, gaurko munduan, ez dago denborarik.

Aldaketaren azkartasuna eta egoera berriak sortzeak daraman abiada gizakiaren erritmo oldartsu eta arduragabearen ondorio dira, eta ez naturaren erritmo zuhurraren ondorio. Erradiazioa ez da jada arroken hondoko erradiazioa, izpi kosmikoen bonbardaketa edo Lurrean bizia izan aurretik ere baziren Eguzkiaren erradiazio ultramorea; atomoa manipulatzetik gizakiak sortutako ondorio antinaturala da orain. Biziak egokitzeko beharrezkoak dituen produktu kimikoak ez dira dagoeneko kaltzioa, silizioa, beruna edo urak arroketatik erauzi eta ibaien bidez itsasoraino eramandako bestelako mineral soilak; gizakiaren asmamenaren sortze sintetikoak dira, laborategietan prestatuak, eta naturan ez da haien baliokiderik aurkitzen.

Produktu kimiko horietara egokitzeko, naturaren eskalako denbora behar litzateke; ez gizaki baten bizitzak hartzen dituen urte gutxi horiek, hainbat belaunaldiren bizitza baizik. Eta hori, mirari bati esker posible balitz ere, hutsala litzateke, produktu kimiko berriak etengabe ateratzen baitira gure laborategietatik; urtean bostehun inguru merkaturatzen dira Estatu Batuetan bakarrik. Kopurua ikaragarria da, eta horrek dakarrenari ezin zaio erraz antzeman: bostehun produktu kimiko berri, zeinetara gizaki eta animalien gorputzak nolabait egokitu behar baitu urtero, zeren produktu kimiko horiek esperientzia biologikoaren mugetatik erabat kanpo baitaude.

Horietatik asko naturaren aurkako gerran erabiltzen ditu gizakiak. 1940ko hamarraldiaz geroztik, berrehun oinarrizko produktu kimiko baino gehiago sortu dira intsektu, belar txar, karraskari eta

gaurko hizkuntzan «izurrite» izendatutako bestelako organismoak akabatzeke, eta milaka marka edo izenekin saltzen dira.

Spray, hauts eta aerosol horiek ia bereizi gabe erabiltzen dira etxalde, lorategi, baso eta etxeetan; intsektu guztiak —*onak* eta *txarrak*— hiltzeko, txorien kantua isilarazteko, erreketako arrainen jauziak geldiarazteko, hostoak heriotza-geruza batez estaltzeko... ahalmena duten produktu kimiko ez-selektiboak dira, haien guztien balizko helburua intsektu edo belar txar gutxi batzuk badira ere. Inork sinets al dezake lurrazalera horrelako pozoizaparrada bota ondoren lur horrek bizia sustatzeko gauza izaten jarraituko duenik? Ez lirateke *intsektizida* deitu behar, *biozida* baizik.

Ihinzatze-prozesu osoak gurpil zoro batean harrapatua dirudi. DDTa erabilera zibiletarako baimendu zutenetik, gorakako prozesuak jarraitu du, eta gero eta material toxikoagoak aurkitu behar dira amaigabeen. Hori horrela izan da intsektuek —egokienak bizirik irauten duela dioten Darwinen printzipioa arrakastaz bere eginez— eboluzionatu dutelako eta kasuan-kasuan erabilitako intsektizidarekiko arraza immuneak sortu direlako: horregatik, beraz, intsektizida hilgarriago bat garatu behar da, eta, haren atzetik, beste bat are hilgarriagoa. Era berean, hori horrela gertatu da, intsektu suntsitzailiek —gero azalduko diren arrazoiak direla medio— fumigazioaren ondoren nolabaiteko *berpizte* edo susperraldia izan dutelako eta lehen baino kopuru handiagoetan azaldu direlako maiz. Horiek horrela, gerra kimikoa ez da sekula irabazten, eta bizidun guztiak haren tiroen artean harrapatuta daude.

Gerra nuklearragatik gizateria desagertzeko arriskuarekin batera, giza ingurune osoaren kutsadura da gure garaiko arazo nagusia. Kaltea eragiteko gaitasun sinesgaitza dute kutsadura sortzen duten substantziek; landare eta animalien ehunetan metatzen dira, eta hoizeluletaraino ere iristen dira, herentzia-materiala bera —zeinaren menpe baitago etorkizuna— suntsitu edo aldatzeko.

Gure etorkizunaren arkitekto izan nahi luketen batzuk zain daude gizakiaren germen-plasma nahierara aldatu ahal izango den garaia noiz iritsiko. Baina oso litekeena da hori orain egiten aritzea, oharkabeen, produktu kimiko askok, erradiazioak kasu, mutazio genetikoak eragiten baitituzte. Ironikoa da pentsatzea spray intsektizida bat aukeratzea bezalako ekintza ustez xume batekin gizakiak bere etorkizuna erabaki dezakeela.

Eta, hala ere, hori guztia jarri da arriskuan; zertarako? Etor-kizuneko historialariak txundituta geratuko dira, ziurrenik, gure proportzio-zentzu distortsionatuarekin. Izaki adimentsua nola saia daiteke espezie gogaikarri gutxi batzuk kontrolatzen ingurumen osoa kutsatzen duten eta bera gaixotzeko eta hiltzeko ere mehatxatzen duten metodoak erabiliz? Eta horixe da, hain zuzen, egin duguna. Are gehiago, aztertzen hasita, ez hanka ez buru ez duten arrazoiengatik egin dugu. Esan digute intsektiziden erabilera itzel eta hedatu hori beharrezkoa zela etxaldeetako ekoizpena mantentzeko. Gure benetako arazoa ez al da, bada, *gehiiegizko produkzioa*? Lursailak produktiotik at utzi eta *ez* ekoizteagatik diru-laguntzak jasotzeko neurriak ezarri diren arren, gure etxaldeek uztza-soberakin harrigarria ekoitzi dute, eta zergadun estatubatuarrak, 1962an, mila milioi dolar baino gehiago ordaintzen ari dira urteko elikagai-soberakinen biltegitratze-programak dakarren kostua dela eta. Eta egoerak ez du hobera egiten Nekazaritza Departamentuko sail bat produkzioa murrizten saiatzen denean, 1958an egin zuen moduan, zeren, bitartean, beste estatu batzuek zera uste dute: Soil Bank legeak jarritako baldintzetan nekazaritzarako azalera murrizteak sustatu egingo du landatzeko gordetako lurretan produktu kimikoak erabiltzeko interesa, ekoizpen maximoa lortzearren.

Eta horrek guztiak ez du esan nahi intsektuekin arazorik ez dagoenik eta kontrola beharrezkoa ez denik. Nik diodana da kontrola errealitateari lotu behar zaiola, ez irudizko egoerei, eta erabilitako metodoek ez dutela zertan gu akabatu intsektuekin batera.

Arazoa, zeina konpontzen saiatzeak hondamen-segida bat ekarri baitu, gure bizimodu modernoari lotuta dago. Gizakiaren aroa baino askoz lehenago, intsektuak Lurrean bizi ziren: aniztasun handiko taldea zen, moldakorra oso. Gizakiaren aroa hasi zenetik, milioi-erdi intsektu-espezie baino gehiago horietatik portzentaje txiki batek sortu dio gatazka gizakiaren ongizateari, bai elikagaiz hornitzeko lehiakide gisa, bai giza gaitzen eramaile gisa.

Intsektu gaitz-eramaileak garrantzitsuak dira gizakien populazioa handia den lekuetan eta, bereziki, higiena eskasa denean, hala nola natura-hondamendi, gerra edo pobrezia eta gabezia handiko garaietan. Espezie batzuk kontrolatzea beharrezkoa da orduan. Dena dela, bistakoa da, segidan ikusiko dugun bezala, kontrol kimiko

masiboen metodoaren arrakasta mugatua izan dela, eta eragotzi edo saihestu nahi duen egoera bera okertu edo larriagotu dezakeela gainera.

Antzinako nekazaritzaren garaian, nekazariak intsektu-arazo gutxi zituen. Arazo horiek nekazaritzaren intentsifikazioarekin sortu ziren, lursail oso zabalak labore bakarrera dedikatzearekin alegia. Horrelako sistema batek intsektu jakin batzuen populazioaren hazkuntza itzelerako bidea jartzen du. Monolaborantzak ez ditu naturak jarraitzen dituen printzipioak baliatzen; ingeniari bati otuko litzaiokeen gisako nekazaritza da. Naturak aniztasun handia sartu du paisaian, baina gizakiak hura sinplifikatzeko grina erakutsi du. Horiek horrela, espezieak mugen artean manten daitezen naturak eraikitako kontrolak eta orekak desegituratzen ditu gizakiak. Espezie bakoitzaren habitat egokiaren hedadura mugatzea da kontrol modu natural garrantzitsu bat. Bistan denez, beraz, zerealekin elikatzen den intsektu baten populazioak askoz hazkunde handiagoa izan dezake zerealetara soilik dedikatutako etxaldean, intsektuarentzat egokiak ez diren bestelako labore batzuk ere ekoizten dituen etxaldean baino.

Gauza bera gertatzen da beste egoera batzuetan. Duela belaunaldi bat edo gehiago, Estatu Batuetako toki askotako hirietan zumar nobleekin apaintzen zituzten kaleak. Sortu espero zuten edertasuna erabat suntsitua izateko arriskuan dago orain, kakalardo bat, zuhaitzez zuhaitz, zumar horien artean gaitza zabaltzen ari baita. Dibertsitate handiko landaketa bat egin eta zumarrak tartekako zuhaitzak baino izan ez balira, kakalardoak aukera mugatua izango zuen ugaltzeko.

Intsektuen egungo arazoari dagokionez, bada beste faktore bat, geologiaren eta gizakiaren historiaren ikuspegitik aztertu behar dena: milaka organismo mota barreiatu dira beren jatorrizko tokietatik, lurralde berriak inbaditzeko. Mundu osoan zeharreko migrazio hori Charles Elton ekologista britainiarrak aztertu eta grafikoki deskribatu du *The Ecology of Invasions* liburu argitaratu berrian. Kretazeoan, duela ehunka milioi urte batzuk, itsas uholdeek kontinenteen arteko lur-zubi asko moztu zituzten, eta Eltonek «erreserba natural bereizi itzel» deitu zituen horietan hertsirik geratu ziren izaki bizidunak. Han, beren espezieko beste kideetatik isolatuta, espezie berri ugari garatu zituzten. Lur-masa batzuk berriro elkartu zirenean, duela hamabost milioi urte inguru, espezie horiek lurralde berrietarantz mugitzen hasi ziren, eta

mugimendu horrek aurrera jarraitzen du; are gehiago, nahiko laguntza jasotzen du orain gizakiaren aldetik.

Landareen inportazioa da espezieen egungo hedapenaren eragile nagusia, animaliak ia beti landareekin batera joan izan baitira. Eta berrogeialdiarena duela gutxiko berrikuntza da, ez oso eraginkorra gainera. Estatu Batuetako Landareen Sarreraren Bulegoak berak bakarrik mundu osotik datozen 200.000 landare-espezie eta -aldaera inguru sartu ditu. Estatu Batuetan landareen 180 etsai handien erdiak inguru atzeritik datozen ustekabeko inportazioak dira, eta horietako gehienak «bidaia atxiki» moduan etorri dira landareetan.

Lurralde berrian, haien kopurua arrastoan sartuta mantentzen zuten jatorrizko lurretako berezko etsaien hatzaparretatik urrun, landare edo animalia inbaditzaile bat neurritz gain ugaritu daiteke. Hori horrela, kezka gehien sortzen dizkiguten intsektuak kanpotik sartutako espezieak izatea ez da ustekabea.

Badirudi inbasio horiek biek, naturalki gertatzen direnek zein gizakiaren laguntzaren bidezkoek, horrela jarraituko dutela amaigabe. Berrogeialdia eta kanpaina kimiko masiboak denbora irabazteko oso bide garestiak baino ez dira. Elton doktorearen arabera, aurrean dugun «hil edo biziko premia ez da landare hau edo animalia hura akabatzeko bide teknologiko berriak aurkitzea bakarrik»; animalia-populazioei buruzko eta haiek inguruarekin dituzten harremanei buruzko oinarritzko jakintza eskuratu beharra dugu «izurrite eta inbasio berrien indar lehergarria desagiteko eta oreka sustatzeko» .

Behar dugun jakintzaren zati handi bat eskura dugu orain, baina ez dugu erabiltzen. Gure unibertsitateetan trebatzen ditugu ekologistak, eta lanean ere jartzen ditugu gure gobernu-agentzietan, baina haien aholkuak nekez onartzen ditugu. Euri kimiko hilgarria erortzea onartzen dugu, beste irtenbiderik ez bagenu bezala, berez, irtenbide asko dagoenean, eta gure asmamenak askoz gehiago aurkituko lituzke laster, aukera emango bagenio.

Hipnosi-egoeran erori gara, eta, horren ondorioz, ezin saihestuzkotzat onartzen dugu berez kaskarra edo kaltegarria dena. Egokia edo ona eskatzeko askatasuna edo ahalmena galdu ote dugu? Pentsamolde horrek, Paul Shepard ekologistaren hitzetan, «bizimodu idealtzat du burua doi-doi uretatik at izatea, biziaren ingurumenaren hondamenaren tolerantzia-muga baino zentimetro batzuk gorago baino

ez izatea... Zergatik onartu behar genituzke pozoï ahuleko dieta bat, etxe bat ingurune gatzil batean, gure etsai erabat ez diren ezagun-zirkulu bat, eromena ozta-ozta saihesteko baino baretzen ez diren motorren zarata? Nork bizi nahiko luke gutxigatik erabat hilgarri ez den mundu batean?».

Hala ere, horrelako mundu bat datorkigu gainera. Badirudi intsekturik gabeko mundu bat, kimikoki antzua, sortzeko gurutzadak aditu askorengan eta kontrol-agentzia deituriko gehientsuenetan grina fanatikoak sorrarazi duela. Nolanahi ere, gauza nabarmena da ihintzatze-lanetan aritzen direnek botere ankerra baliatzen dutela. «Entomologo kudeatzaileek... fiskal, epaile eta epaimahaiko gisa, zerga-aholkulari eta -biltzaile gisa, eta *sheriff* gisa jokatzten dute beren aginduak betearazteko» zioen Neely Turner Connecticuteko entomologoak. Neurrigabekeria nabarmenenean kontrolik gabe egiten dute aurrera estatu eta agentzia federaletan.

Nik ez dut aldeztzen intsektizida kimikoak sekula ez erabiltzea. Nik argudiatzen dudana da produktu kimiko pozoitsuak eta biologikoki indartsuak itsu-itsuan jarri ditugula kaltea eragiteko duten ahalmenez ezer gutxi jabetzen diren edo batere jabetzen ez diren pertsonen esku. Jende kopuru andana behartu dugu pozoï horiekin kontaktua izatera, haien baimenik gabe eta, maiz, haiek jakin gabe. Eskubide Kartan¹ gizabanako pribatuak zein funtzionario publikoek banatutako pozoï hilgarrietatik herritarra babesteko bermerik jasotzen ez bada, gure aurrekoak —jakinduria eta aurreikuspen-gaitasun handikoak izan arren— horrelako arazorik izan zitekeenik uste ere ez zutelako izango da noski.

Are gehiago, nik baieztatzen dut produktu kimiko horiek erabiltzeko baimena eman dugula oso gutxi edo batere ikertu gabe zer ondorio dituzten lurzoruan, uretan, basabizitzan eta gizakiarengan. Datozen belaunaldiek nekez barkatuko digute biziaren oinarri den mundu naturalaren osasunarekiko dugun arduragabekeria.

Oraindik ere oso pertzepzio mugatua dugu mehatxuaren izaerari dagokionez. Adituen aroan gaude: nork bere arazoa ikusten du, eta ez da ohartzen edo entzungor agertzen da bera dagoen esparru handiago

¹ Itzultzailearen oharra: Bill of Rights, Estatu Batuetako Konstituzioaren lehen hamar zuzenketen multzoa

horrekiko. Era berean, industria nagusi den aroan gaude: dirua kosta ahala kosta irabazteko eskubidea oso gutxitan jartzen da zalantzan. Pestiziden aplikazioaren emaitza kaltegarrien begi-bistako frogak batzuk aurrez aurre jarrita jendeak protesta egiten duenean, egia-erdiz eginiko pilulatxo lasaigarriak ematen zaizkio bazkatzeko. Sasiberme horiei, azukrez estalitako informazio jangaitz horiei, amaiera eman behar diegu berehala. Jendeari eskatzen zaio intsektu-kontrolatzaileek kalkulaturako arriskuak bere egiteko. Jendeak erabaki behar du ea bide beretik jarraitu nahi duen, baina informazio guztia eskuratzen duenean bakarrik egin ahal izango du hori. Jean Rostanden hitzetan, «Irauteko betebeharrak ematen digu jakiteko eskubidea».

3. kapitulua

Heriotza-elixirrak

Munduaren historian lehenengo aldiz, gizaki oro produktu kimiko arriskutsuekin harremanetan egotera behartua dago orain, sortze-unetik heriotza arte. Hogei urte baino gutxiagoko erabileran, pestizida sintetikoak hain dira xehe zabaldu mundu bizidun eta bizigabe osoan, ezen ia edonon baitaude. Ibai-sistema nagusi gehienetan aurkitu izan dituzte, bai eta ezkutuan igarotzen diren lurpeko errekaetako ere. Produktu kimiko horien hondakinek lurzoruan irauten dute dozena bat urte lehenago aplikatuak izan ondoren. Arrain, hegazti, narrasti, etxe-abere eta basabereen gorputzean sartu eta ezarri dira; hain orokorki, ezen animaliak ikertzen dituzten zientzialariek ia ezinezkotzat jotzen baitute halako kutsadurarik gabeko animaliarik aurkitzea. Mendi-aintzira urrunetako arrainetan, lurzorua zulatzen duten zizareetan, hegaztien arrautzetan eta gizakiaren gorputzean bertan aurkitu izan dituzte. Produktu kimiko horiek gizaki gehienek gorputzean metaturik daude orain, haien adina edozein delarik ere. Amaren esnean eta, ziur asko, umekiaren ehunetan ageri dira.

Propietate intsektizidak dituzten produktu kimiko sintetikoek industriaren bat-bateko agerpen eta ikaragarritzko hazkuntzagatik gertatu da hori guztia. Industria hori Bigarren Mundu Gerraren kumea da. Gerra kimikorako gaiak garatzen ari zirela, ikusi zuten laborategietan sortutako produktu kimiko batzuk intsektuentzat hilgarriak zirela. Aurkikuntza ez zen ustekabea izan: intsektuak oso erabiliak izan ziren gizakia akabatzeko produktu kimikoen gaitasuna testatzeko.

Intsektizida sintetikoek kate antza denez amaigabe bat izan da emaitza. Gizakiak eginak, —laborategian molekulak burutsu manipulatu, atomoak ordezkatu, haien eraketa aldatu— gerra aurreko egunetako intsektizida ez-organiko soilagoen aldean, erabat ezberdinak dira. Azken horiek mineral eta landareen berezko

osagaietatik eratorriak ziren: artseniko, kobre, berun, manganeso, zink, eta beste mineral batzuez osatuak, bai eta krisantemoaren lore lehorren piretroz, tabakoaren familiako landareen nikotina sulfatoz eta Ekialdeko Indietako landare lekadunen rotenonez ere.

Intsektizida sintetiko berriak aparte taldekatzen dituen ezaugarria haien ahalmen biologiko handia da. Indar itzela dute, ez pozoitzeko bakarrik, bai eta gorputzaren bizi-prozesuan sartu eta modu beldurgarri eta, maiz, hilgarrian aldatzeko ere. Modu horretara, ikusiko dugunez, gorputza erasoetatik babesteko eginkizuna duten entzimak berak suntsitzen dituzte, gorputzak energia eskuratzeko baliatzen duen oxidazio-prozesua blokeatzen dute, zenbait organoren funtzionamendu normala galarazten dute, eta gaiztotasuna eragiten duen aldaketa mantso eta itzulezinari hasiera eman diezaiokete zelula batzuetan.

Hala eta guztiz ere, produktu kimiko berri eta hilgarriagoak gehitzen dizkiote urtero zerrendari, eta erabilera berriak asmatzen dituzte; beraz, material horiekiko kontaktua ia mundu osora hedatu da. Estatu Batuetan, pestizida sintetikoen ekoizpena 124.259.000 liberakoa izan zen 1947an eta 637.666.000 liberara iritsi zen 1960an; bost bider baino gehiago hazi zen, beraz. Produktu horien handizkako balioa bilioi-laurden bat dolar baino nahiko handiagoa izan zen. Baina, industriaren plangintza eta asmoetan, produkzio itzel hori hasiera baino ez da.

Beraz, pestiziden zer-da-zer bat guztioi axola zaigun zerbait da. Produktu kimiko horiekin hain harreman estua izan behar badugu —haiek janez eta edanez, gure hezur-mamiraino eramanez—, haien izaeraz eta ahalmenaz zerbait gehiago jakin behar dugu.

Bigarren Mundu Gerrak pestizida gisa produktu kimiko ez-organikoak erabiltzetik karbono molekularen mundu liluragarriarako aldaketa ekarri bazuen ere, material zahar horietako batzuek hor diraute. Horietatik lehena artsenikoa da: belar txarrak eta intsektuak hiltzeko produktu anitzetan oinarritzko osagaia da oraindik ere. Arsenikoa oso mineral toxikoa da, eta zenbait metal-mearekin batera azaltzen da, bai eta, oso kantitate txikitik bada ere, sumendietan, itsasoan eta iturburuetan ere. Gizakiaekin dituen harremanak askotarikoak eta aspaldikoak dira. Haren konposatu asko zaporegabeak direnez, gizahilketa-eragile preziatuenak izan dira Borgia familiaren garaia baino askoz lehenagotik gaur egun arte. Arsenikoa izan zen lehenengo oinarritzko kartzinogeno (minbizia sortzen duen substantzia) ezaguna; fisikari britainiar batek

duela bi mende inguru tximiniako kedarretan identifikatu zuen, eta minbiziarekin lotu. Badugu artsenikozko pozoitze kronikoezko populazio osoei eta denboraldi luzeetan eragindako epidemien berri. Arsenikoz kutsatutako inguruek gaitzak eta heriotza ekarri dituzte zaldi, behi, ahuntz, txerri, orein, arrain eta erleen artera; hala ere, artseniko-spray eta -hautsak ugari erabiltzen dira. Arsenikoarekin ihintzaturiko Estatu Batuetako hegoaldeko kotoi-lurraldean, erlezaintza, industria gisa, ia erabat desagertu da. Arsenikozko pozoitze kronikoak jo ditu artsenikoa erabiliz hautsezatzten luze aritutako nekazariak; aziendak uztentzako sprayekin edo belar txarren akabatzaileekin pozoitu dira. Ahabia-sailetan noraezean zebilen artseniko-hautsa ondoko etxaldeetara barreiatu da, eta errekaetoak kutsatu ditu, erle eta abelgorriak larriki pozoitu, eta gizakiari gaitzak eragin.

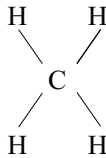
«Ia ezinezkoa da artseniko-gaiak orain urte gutxi gure herrian baino guztion osasunarekiko utzikeria handiagoz maneatzea» zioen Minbiziaren Institutu Nazionalako W.C. Hueper doktoarek, ingurumen-minbizian adituak. Arseniko-intsektiziden hautseztagailu eta lainoztagailuak lanean ikusi dituen edonor txundituta geratuko zen substantzia pozoitsuak barreiatzeko axolagabekeria ia goren horrekin.

Intsektizida modernoak hilgarriagoak dira oraindik. Gehien-gehienak produktu kimikoen bi talde handietako batean sartzen dira. Talde bati, DDTak ordezkatzten duenari, «hidrokarburo kloratuak» esaten zaie. Beste taldea fosforo organikozko intsektizidek osatzen dute, eta malathion eta parathion aski ezagunek ordezkatzten dute. Denek dute kidetasun bat. Goian aipatu bezala, karbono atomoetan oinarrituta eratzen dira, mundu bizidunaren egituraketan ezinbestekoak diren karbono atomoetan oinarrituta hain zuzen, eta, beraz «organiko» gisa sailkatzen dira. Haiek hobeto ulertzeko, zerekin eta nola eginak dauden ikusi behar dugu; biziaren oinarritzko kimikarekin lotura duten arren, aldatzeko joera dute, eta heriotza-eragile bilakatzen dira.

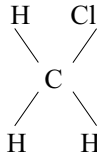
Oinarritzko elementuaren, karbonoaren, atomoek gaitasun ia infinitua dute bata bestearekin elkartu eta kate, eratzun eta bestelako konfigurazio ugari eratzeko, bai eta beste substantzia batzuen atomoekin lotzeko ere. hain zuzen, bakterioetatik balea urdinetarainoko izaki bizidunen aniztasun ikaragarri hori karbonoaren gaitasun horren ondorio da, neurri handi batean. Proteinaren molekula konplexuak karbono atomoa du oinarrian, gantz, karbohidrato, entzima eta

bitaminen molekulek bezala. Bai eta izaki ez-bizidunen kopuru handi batek ere; karbonoa ez da halabeharrez biziaren sinboloa.

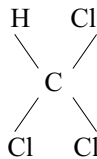
Konposatu organiko batzuk karbonoaren eta hidrogenoaren konbinazio soilak dira. Horietatik sinpleena metanoa edo zingirako gasa da; naturan sortzen da, urpeko materia organikoen bakterio-deskonposatzearen bidez. Airearekin proportzio egokian nahasiz gero, ikatz-meategietako grisú beldurgarri bilakatzen da metanoa. Haren egitura ondo sinplea da: lau hidrogeno atomo erantsi zaizkion karbono atomo bat.



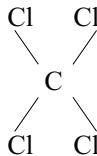
Kimikariek aurkitu dute hidrogeno atomo horietako bat edo guztiak bereizi eta beste elementuren batekin ordezkatu daitezkeela. Adibidez, hidrogeno atomo bat kloro atomo batekin ordezkatzuz gero, metil kloruroa lortuko dugu.



Hiru hidrogeno atomo kendu eta kloroarekin ordezkatzuz gero, kloroformo anestesikoa izango dugu.



Hidrogeno atomo guztiak kloroarekin ordezkatu, eta karbono tetrakloruroa, garbiketako likido ezaguna, izango da emaitza.



Hitz xeheetan esateko, hidrokarburo kloratua zer den ilustratzen dute funtsezko metano molekulan gertatutako aldaketa horiek. Baina hidrokarburoen kimika konplexutasunari buruzko edo kimikari organikoak askotariko material mugagabeak sortzeko baliatzen duen manipulazioari buruzko arrasto txiki bat baino ez digu ematen ilustrazio horrek. Karbono atomo bakuna duen metano molekula soilarekin lan egin ordez, karbono atomo ugariz osatutako hidrokarburo molekulekin lan egin dezake kimikariak. Hidrokarburo molekula osatzen duten karbono atomo horiek eraztun edo kateetan antolatuta egon daitezke, ondoko kate eta adarrak izan ditzakete, eta, elkarri lotzeko, askotariko talde kimikoak erabil ditzakete, ez bakarrik hidrogeno edo kloro atomo soilak. Aldaketa itxuraz ñimiñoak eginez, substantziaren izaera osoa alda daiteke; garrantzitsua, adibidez, karbono atomoari zer eransten zaion, baina baita zer tokitan eransten zaion ere. Hain manipulazio burutsuek indar benetan bereziko pozoï sorta sortu dute.

DDTa (dikloro difenil trikloroetanoaren laburdura) 1874an sintetizatu zuen lehen aldiz kimikari alemaniar batek, baina 1939 arte ez zituzten aurkitu intsektizida gisa dituen propietateak. Kasik berehala onetsi zuten DDTa intsektuek garraiatutako gaitzekin gauetik goizera bukatzeko eta uzta-suntsitzaileen kontra baserritarrek zuten gerra irabazteko. Aurkitzaileak, Suitzako Paul Muller-ek, Nobel saria irabazi zuen.

DDTa horren zabal erabiltzen da, ezen produktu ez-kaltegarriaren itxura hartu baitu gehiengoarentzat. Gerra-garaian, zorriei aurka egiteko, milaka soldadu, errefuxiatu eta gerra-presoko DDTarekin hautseztatu zituzten, eta baliteke horrek eragin izana kaltegarria ez delako mitoa. Iritzi hedatua da, orduetik, horren jende askok DDTarekin kontaktu hain estua izan eta haren ondorio gaiztoak berehala jasan ez bazituen ezin dela kaltegarria izan produktu kimiko hori erabiltzea. Beste hidrokarburo kloratu batzuk ez bezala, azalak ez du erraz xurgatzen DDT *hautsa*; horra nondik datorren uste oker ulergarri hori. Oliotan disolbaturik, gehienetan izaten den moduan, DDTa toxikoa da ezbairik gabe. Irentsiz gero, digestio-hodiaren bidez pixkanaka xurgatzen da; biriken bidez ere xurga daiteke. Behin gorputzean sartuta, luze irauten du gantz-substantzian aberats diren organoetan metatuta (DDTa bera gantzetan disolbagarria delako), hala nola giltzurrun gaineko guruinetan, testikuluetan eta tiroide guruinean. Nahiko kantitate handietan paratzen da gibelean,

giltzurrunetan eta hesteak biltzen dituen mesenterio babesle eta luzeko gantzetan.

DDT-biltegitratze hori hartutako kantitate txikienarekin hasten da (elikagai gehienetan hondar moduan agertzen baita), eta maila nahiko altuetara iritsi arte jarraitzen du. Gantzetako biltegiek anplifikadore biologiko modura jokatzan dute, eta irentsitako 1/10 ppm-ko dosia 10-15 ppm-koa bilakatzen da biltegitratutakoan; hots, ehun aldiz edo gehiago hazten da. Erreferentzia-termino horiek, kimikari edo farmakologoen artean hain ohikoak, arrotzak dira gu gehienon artean. Milioiko parte batek oso kantitate txikia dirudi, eta hala da. Baina horrelako substantziak hain dira indartsuak, ezen kantitate ñimiño batek aldaketa handiak eragin baititzake gorputzean. Animaliekin eginiko esperimintuetan, aurkitu dute 3 ppm-k bihotz-muskuluko funtsezko entzima bat inhibitzen dutela; 5 ppm-k zelula hepatikoen nekrosia edo desintegrazioa eragin dute; dieldrin eta klordano produktu kimiko oso antzekoen 2,5 ppm-k gauza bera egin zuten.

Ez da harritzekoa. Giza gorputzaren ohiko kimikan horrelakoxea da, hain zuzen, kausaren eta ondorioaren arteko aldea. Adibidez, bi hamarmilaren gramo iodo bezalako kantitate txiki batek osasunaren eta gaixotasunaren arteko muga adierazten du. Pestizida kantitate txiki horiek metatu egiten direnez, eta oso poliki kanporatu, gibelaren eta beste organo batzuen pozoitze kronikoaren eta endekatze-prozesuen mehatxua erreala da oso.

Zientzialariak ez dira ados jartzen gizakiaren gorputzean meta daitekeen DDT kantitateari buruz. Arnold Lehman doktoreak, Elikagaien eta Drogen Administrazioako farmakologia-buruak, dio ez dagoela DDTa xurgatzeko gutxieneko nahiz gehieneko mailarik. Estatu Batuetako Osasun Publikoaren Zerbitzuko Wayland Hayes doktoreak, berriz, esaten du gizabanako bakoitzean oreka-puntu bat lortzen dela, eta metatutako kantitate horretatik gorako DDT-soberakina kanporatu egiten dela. Helburu praktikoetarako, ez da bereziki garrantzitsua jakitea bietatik nork duen arrazoa. Metaketarena aski ongi aztertu den gaia da, eta badakigu gizakiek, batez beste, zenbateko potentzialki kaltegarriak metatzen dituztela. Zenbait ikerketaren arabera, substantzia horren eraginpean neurri ez-jakinetan (saihestu ezin den eguneroko kontaktua alde batera utzita) jarritako gizabanakoek 5,3 ppm eta 7,4 ppm bitarte metatzen dute, batez beste; nekazaritzako langileek, 17,1 ppm; eta

intsektizida-lantegietako langileek, 648 ppm baino gehiago! Hortaz, egiaztatutako metaketa-tartea nahiko zabala da, eta, are gehiago, gibelarentzat eta beste organo edo ehun batzuentzat arriskutsu izaten hasten den maila edo neurriaren gainetik daude kantitate minimoak.

DDTaren eta harekin loturiko produktu kimikoen ezaugarri maltzurrenetako bat da organismo batetik bestera, elika-kateko kate-maila guztietan zehar, pasatzeko duten modua. Adibidez, alpapa-soroak DDTarekin hautseztatzen badira, ondoren, alpaparekin oiloen otordua prestatzen da, eta oiloek DDTa duten arrautzak jartzen dituzte. Edo 7 – 8 ppm hondakin dituen belar ondua behien elikagaia izan liteke. DDTa atzera itzuliko zaigu esnean, 3 ppm inguruan; esne horrekin egindako gurinean kontzentrazioa 65 ppm izatera irits daiteke. DDT kantitate oso txikiekin abiatutako transferitze-prozesuetan kontzentrazio handietara irits gaitezke. Gaur egun, nekazariak zailtasunak dituzte esne-behientzat kutsatu gabeko pentsuak lortzeko; Elikagaien eta Drogen Administrazioak, ordea, debekatu egiten du estatuen arteko merkataritzan ontziratutako esnean intsektizida-hondakinak izatea.

Era berean, pozoia amarengandik seme-alabengana igaro daiteke. Intsektizida-hondakinak aurkitu dituzte giza esnean Elikagaien eta Drogen Administrazioako zientzialariek, aztertutako laginetan. Horrek esan nahi du amaren bularretik edoskitzen duen haurrak dosi txiki baina erregularrak hartzen dituela, gorputzean metatuta dituen produktu kimiko toxikoen gehigarri. Ez da, jakina, haren lehenengo esposizioa, ordea: pisuzko arrazoiak daude esposizio edo kontaktu horiek umetokian hasten direla uste izateko. Laborategiko animalietan, hidrokarburo kloratuzko intsektizidek nahierara zeharkatzen dute plazentaren barrera, enbrioiairene eta substantzia kaltegarrien arteko ohiko babesgarria. Haurrek horrela jasotako kantitateak normalean txikiak izaten diren arren, ez dira garrantzirik gabekoak, haurrak errazago pozoitzen baitira helduak baino. Era berean, egoera horrek erakusten du gaur egun gizabanakoek, batez beste, bizitza hasterako barruan izaten dutela gorputzak ordutik aurrera eraman beharko duen eta handitzen joango den hasierako produktu-karga.

Egitate horien guztien ondorioz —biltegitratzea, maila txikietan bada ere, osteko metatzea eta dieta normalekin erraz suerta daitezkeen gibleko kalteak—, Elikagaien eta Drogen Administrazioako zientzialariek oso goiz (1950ean) aditzera eman zuten DDTaren kalte

potentziala gutxietsi zela. Ez da horren pareko beste egoerarik izan medikuntzaren historian. Inork ez daki oraindik zein izan litezkeen azken ondorioak.

Beste hidrokarburo kloratu batek, klordanoak, DDTaren ezaugarri ezatsegin guztiak ditu, baita bere-bereak diren beste batzuk ere. Haren hondakinek luze irauten dute lurzoruan, jangaietan edo aplikatutako gainazaletan, eta, nahiko lurrunkorra denez, inhalazio bidez pozoitzeko arriskua du hura eskuz ukitu duen edo haren eraginpean dagoen edonork. Gorputzean sartzeko dauden zirrikitu guztiak erabiltzen ditu klordanoak. Erraz sartzen da larruazalean, lurrun gisa arnasten da, eta, haren hondakinak irentsiz gero, digestio-bidetik xurgatzen da, jakina. Beste hidrokarburo kloratu guztien antzera, haren jalkinak gorputzean pilatzen dira modu metakorrean. 2,5 ppm klordano besterik ez duen dieta batek 75 ppm meta ditzake azkenean laborategiko animalien gantzean.

Lehman doktorea bezalako farmakologo eskarmentudun batek honela deskribatu du klordanoa: «intsektizida toxikoenetako bat da, eta eskuz ukitzen duen edonor pozoitu dezake». Hiri inguruko biztanleek belardiak tratatzeko klordanoa zein oharkabeki hautseztatu duten ikusita, garbi dago ohar hori ez dela oso aintzakotzat hartu. Hiri inguruko biztanle horiek gaixotasunak jota berehala erori ez izanak ezer gutxi adierazten du, toxinak luze egon baitaitezke lo haien gorputzetan, eta hilabete edo urte batzuk geroago azaleratu eritasun ilun batean, zeinaren jatorriaren arrastoari jarraitzea ia ezinezkoa baita. Bestalde, heriotza azkar irits daiteke. Larruazalean istripuz ehuneko 25eko disoluzio bat isuri zuen biktima batek pozoitze-sintomak izan zituen handik berrogei minutura, eta medikuen laguntza iritsi baino lehen hil zen.

Tratamendua garaiz eskuratzen lagunduko duen aurretiko abisurik jasotzeko ziurtasunik ez dago.

Klordingoaren osagaietako bat, heptakloroa, bestelako formulazioarekin merkaturatzen da. Gaitasun bereziki handia du gantzean metatzeko. Dietak 1/10 ppm besterik izan ez arren, heptakloro kantitate neurgarriak izango dira gorputzean. Badu beste abilezia bitxi bat: aldaketa jasan eta beste substantzia kimikoki desberdin bat, heptakloro epoxidoa esaten zaiona, bilakatzen da. Lurzoruan eta landare eta animalien ehunetan, bietan, egiten du hori. Hegaztiei egindako probetan ikusi dute aldaketa horretatik datorren epoxidoa jatorrizko

produktu kimikoa baino lau bat aldiz toxikoagoa dela, eta jatorrizko hura, klordanoa baino lau bat aldiz toxikoagoa.

Aspaldi, 1930eko hamarkadaren erdialdean, aurkitu zuten hidrokarburoen talde berezi batek, naftaleno kloratuenak, hepatitis eragiten zuela, bai eta gibelesko gaitz bitxi eta ia beti hilgarri bat ere lanbidearengatik haren eraginpean zeuden pertsonen. Industria elektrikoetako langileak gaixotu eta hil ditu; eta, nekazaritzan, abereen gaitz misteriotsu eta maiz hilgarri baten eragiletzat hartu dute berriki. Aurrekari horiek ikusita, ez da harritzekoa talde horretako hiru intsektizida egotea hidrokarburo pozoitsuenen artean. Dieldrina, aldrina eta endrina dira.

Dieldrina —Diels izeneko kimikari alemaniarren izena ipini zioten— DDTa baino bost bat aldiz toxikoagoa da irensten denean, baina berrogei aldiz toxikoagoa larruazaletik disoluzioan xurgatzen denean. Ospe txarra du; izan ere, nerbio-sistema azkar jotzen du eta ondorio izugarriak eragiten ditu, besteak beste, biktimek konbultsioak izaten dituzte. Horrela pozoitutako pertsonak hain mantso suspertzen dira, ezen ondorio kronikoak dituela esan baitaiteke. Beste hidrokarburo kloratuen kasuan bezala, gibelesko kalte latzak ere badaude epe luzerako ondorio horien artean. Haren hondakinek luze irauten dutenez eta efektu intsektizida eraginkorra duenez, intsektizida erabilienetako bat da dieldrina, nahiz eta, tamalez, basabizia suntsitu. Galeper eta faisaletan frogatu duten bezala, DDTa baino berrogei edo berrogeita hamar aldiz toxikoagoa da.

Ez dakigu dieldrina gorputzean nola metatzen edo zabaltzen den, ez eta handik nola kanporatzen den ere; kimikarien asmamenak, intsektizidak sortzeari zegokionez, aspaldi gauditua zuen pozo horiek organismo bizidunari nola eragiten zioten azaltzen zuen jakintza biologikoa. Dena dela, badaude biltegitratze luzeen arrastoak giza gorputzean; batzuetan, jalkinak lozorroan egoten dira, sumendi ez-aktiboetan bezala, eta estres fisiologikoko garaietan, gorputzak bere gantz-erreserbetara jotzen duenean, baino ez dira jalgitzen. Malariaren aurka Munduko Osasun Erakundeak garatutako kanpainetan izandako esperientzia gogorretik ikasi dugu dakigunaren zati bat. Malariaren kontrol-lanetan DDTa dieldrinarekin ordeztu zuten bezain laster (malariaren eltxoa DDTren aurrean erresistente bilakatu zelako egin zuten aldaketa) pozoitze-kasuak gertatzen hasi ziren ihintzatzeko-lanetan

ari zirenen artean. Krisiak larriak ziren: eragindako gizonezkoen erdiek edo guztiek (programaren arabera) konbultsioak jasan zituzten, eta batzuk hil egin ziren. Azken esposiziotik *lau hilabetera* ere, konbultsioak izan zituzten batzuek.

Aldrina substantzia misteriotsu samarra da; entitate bereizi gisa existitzen den arren, *dieldrinarekiko alter ego* harremana du. Aldrinarekin tratatutako lurzorutik ateratako azenarioetan, dieldrin-hondakinak aurkitu izan dituzte. Aldaketa hori ehun bizidunetan gertatzen da, eta lurzoruan ere bai. Eraldaketa «alkimistiko» horrek txosten oker ugari ekarri ditu; izan ere, kimikari batek, aldrina erabili dela jakinda, hura aurkitzeko proba egiten badu, hondakin guztiak desagertu direla pentsatuko du, eta tronpatu egingo da. Hondakinak han daude, baina dieldrina dira, eta bestelako proba bat egin behar da dieldrina aurkitzeko.

Dieldrina bezala, aldrina oso toxikoa da. Endekapenezko aldaketak eragiten ditu gibelean eta giltzurrunetan. Aspirina baten tamainako kantitate bat nahikoa da laurehun galeper baino gehiago hiltzeko. Giza pozoitze kasu ugari dago erregistratuta; horietako gehienak, manipulazio industrialarekin lotuak.

Aldrinak, intsektizida talde bereko substantzia gehienek bezala, mehatxuzko itzal bat proiektatzen du etorkizunean: antzutasunaren itzala. Kantitate txikiagoak, hiltzeko bestekoak ez, jan zituzten faisaiek arrautza gutxi jartzen zituzten, eta arrautza haietatik ateratako txitak denbora gutxi barru hil ziren. Ondorioa ez da hegaztietara mugatzen. Aldrinaren eraginpean jarritako arratoiek ernaldura gutxiago zituzten, eta haien kumeak gaixotiak eta bizitza laburrekoak ziren. Tratututako txakurrek izandako txakurkumeak hiru egun baino lehenago hil ziren. Modu batera edo bestera, belaunaldi berriek sufritzen dute gurasoen pozoitzea. Inork ez daki gizakiengan ondorio bera ikusiko dugun, baina produktu kimiko horiek ihintzatu izan dira aeroplanoetatik hiri-inguruetan eta soroetan.

Hidrokarburo kloratu guztietatik toxikoena da endrina. Kimikari dagokionez dieldrinarekin oso lotura estua duen arren, egitura molekularreko bihurtura txiki batek bost aldiz pozoitsuago bilakatzen du endrina. Haren aldean, intsektizida talde oso horren sortzaile den DDTak ez du ia kalterik eragiten. Endrina DDTa baino hamabost aldiz pozoitsuagoa da ugaztunentzat; hogeita hamar aldiz

pozoitsuagoa, arrainentzat; eta 300 bat aldiz pozoitsuagoa, hegazti batzuentzat.

Erabili den hamarkadan, endrinak arrain kopuru ikaragarriak hil ditu, ihintzatutako fruta-arbolen artean noraezean ibili diren behiak larri pozoitu ditu, putzuak pozoitu ditu, eta abisu zorrotza igorri du estatuko osasun sail batetik, gutxienik: haren erabilera axolagabea giza bizia arriskuan jartzen ari da.

Endrinarekin gertatutako pozoitze-kasu tragikoenetako batean, ez zen axolagabekeriarik izan, antza; ahaleginak egin zituzten neurri ustez egokiak hartzeko. Bikote estatubatuar bat Venezuelara joan zen bizitzera urtebeteko haurrarekin. Etxe berrian labezomorroak zeuden, eta, egun batzuk geroago, endrina zuen spraya erabili zuten. Haurra eta etxeko txakurtxoa etxetik kanpora atera zituzten, ihintzatu aurretik, goizeko bederatiak aldera. Ihintzatu ondoren, zoruak garbitu zituzten. Haurra eta txakurtxoa arratsaldean itzuli ziren etxera. Handik ordubetera edo, txakurrak botaka egin zuen, konbultsioak izan zituen, eta hil egin zen. Egun berean, gaueko hamarretan, haurrak ere botaka egin zuen, konbultsioak izan zituen, eta kordea galdu zuen. Endrinarekin zorigaiztoko kontaktu hura izan ondoren, haur normal eta osasuntsu hura egoera begetatiboan geratu zen: ezin zuen ikusi edo entzun, muskulu-espasmoak izaten zituen sarri eta ingurunearekiko kontaktua erabat etenda zegoen, antza. New Yorkeko ospitale batean zenbait hilabeteen jasotako tratamenduak huts; haren egoera ez zen aldatu eta ez zegoen bizkortzeko itxaropenik. «Zalantzazkoa da oso bizkortze-maila onuragarriren bat suertatzea», jakinarazi zuten zaintzen zuten medikuek».

Intsektiziden bigarren talde handiena —alkiloak edo fosfato organikoak— munduko produktu kimiko pozoitsuenen artean dago. Talde horretako intsektizidak erabiltzeak arrisku nagusi eta nabarmen bat du: ihintzatzen dabilen jendea edo noraezean doan ihintzadurarekin, ihintzatutako landareekin edo botatako edukiontziekin ustekabeen kontaktuan jartzen den jendea larri pozoitzea. Floridan, bi haurrek zaku huts bat aurkitu zuten, eta zabu bat konpontzeko erabili zuten. Berehala hil ziren biak, eta haien jolaskideetako hiru gaixotu egin ziren. Zakuak parathion deituriko intsektizida —fosfato organikoetako bat— izan zuen lehen; probek erakutsi zuten parathion-pozoidurak eragin zuela heriotza. Beste behin, Wisconsinen, bi mutiko, lehengusuak biak,

gau berean hil ziren. Haietako bat etxeko lorategian jolasean ibili zen, aita ondoko soro batean patatak parathionarekin ihintzatzen ari bitartean; bestea ukuilura sartu zen korrika, jolasean, aitaren atzetik, eta ihintztagailuaren pitan jarri zuen eskua.

Intsektizida horien jatorriak nolabaiteko esangura ironikoa du. Produktu kimikoetako batzuk —azido fosforikoaren ester organikoak— urte mordo bat lehenago ezagutzen ziren arren, haien propietate intsektizidak ez zituzten aurkitu 1930 arte; Gerhard Schrader kimikari alemaniarren aurkikuntza izan zen. Gizakiak bere espeziekoen aurka darabilen gerran arma berri eta suntsigarri gisa produktu kimiko horiek zuten balioari igarri zion ia berehala Alemaniako Gobernuak, eta haien inguruko lana sekretukotzat jo zuen. Batzuk nerbio-gas hilgarri bilakatu ziren. Beste batzuk, egituraz oso antzekoak, intsektizida bilakatu ziren.

Fosforo organikozko intsektizidek modu bitxian eragiten diote organismo bizidunari. Gorputzean beharrezko funtzioak betetzen dituzten entzimak suntsitzeko gaitasuna dute. Haien jomuga nerbio-sistema da, biktima intsektua nahiz odol beroko animalia izan. Egoera normaletan, bulkada bat nerbiotik nerbiora pasatzen da azetilkolina izeneko «transmisore kimiko»aren laguntzarekin —funtsezko funtzioa bete eta gero, desagertu egiten da substantzia hori—. Jakina, haren existentzia hain iragankorra da, ezen ikertzaile medikuak ez baitira gauza, prozedura berezirik gabe, lagin bat hartzeko gorputzak hura suntsitu aurretik. Transmisore kimikoaren izate labur hori beharrezkoa da gorputzaren funtzionamendu normalerako. Azetilkolina ez bada suntsitzen nerbio-bulkada pasatu eta berehala, bulkadek aurrera jarraitzen dute zubian zehar, nerbiotik nerbiora, produktu kimikoaren eraginak gero eta biziagoak balira bezala. Gorputz osoko mugimenduak deskoordinatuak dira: dardarizoak, muskulu-espasmoak, konbultsioak; eta heriotza iristen da laster.

Gertakizun hori aurreikusi du gorputzak. Kolinesterasa izeneko entzima babeslea eskura dago produktu transmisorea beharrezkoa ez denean suntsitzeko. Modu horretara, oreka egokia lortzen da, eta gorputzak ez du sekula metatzen azetilkolina kantitate arriskutsurik. Baina fosforo organikozko intsektizidekin kontaktua izanez gero, entzima babeslea suntsitu egiten da, eta, entzima kantitatea jaisten den neurrian, transmisore kimikoaren kantitateak gora egiten du. Ondorio

horri dagokionez, elkarren antza dute fosforo organikozko konposatuek eta *Amanita muscaria* ondoko pozoitsuan aurkitutako muskarina pozoiz alkaloidak.

Espozizio sarriek kolinesterasa-maila jaits dezakete, pertsona bat larri pozoitzeko mugaraino; beste espozizio txiki baten ondorioz oso erraz gainditu daiteke muga hori. Horrexegatik, garrantzitsutzat jotzen da ihinztatze-lanetan aritzen diren langileen eta espozizio sarriak jasaten dituztenen odola aldian-aldian analizatzea.

Parathiona da fosfato organikorik erabilienetako bat. Era berean, indartsuenetakoa eta arriskutsuenetakoa da. Erleak «oso asaldatuta eta liskarti» jartzen dira harekin kontaktuan izanez gero; garbitze-mugimendu frenetikoak egiten dituzte, eta, handik ordu-erdira, hiltzeko zorian egoten dira. Kimikari batek, gizakiarentzat dosi biziki toxikoa zein den modurik zuzenenean jakin nahian, kantitate txikitxo bat irentsi zuen: 0,00424 ontzaren baliokidea. Paralisia horren berehala etorri zitzaion, ezin izan baitzituen eskuratu prest zeuzkan antidotoak, eta hil egin baizen. Suizidatzeko bide gogokoena da orain parathiona Finlandian. Azken urteotan, batez beste, ustekabeko berrehun parathion-pozoitze baino gehiago izan dira urtean, Kaliforniako Estatuak emandako datuen arabera. Munduko toki askotan, parathionaren zorigaitz-indizea izugarria da: 100 hil-kasu Indian eta 67 Sirian, 1958an; eta 336 heriotza urtean, batez beste, Japonian.

Hala eta guztiz ere, 7.000.000 libra parathion inguru aplikatzen dira orain Estatu Batuetako soro eta baratzeetan, eskuzko sprayak, haizagailu eta ihinztagailu motordunak eta aeroplanoak erabiliz. Kaliforniako etxaldeetan erabilitako kantitateak bakarrik, aditu mediko baten arabera, «mundu osoko biztanleria bost edo hamar aldiz hornitu dezake dosi hilgarriaz».

Zergatik ez gara modu horretan desagertzen orduan? Parathiona eta talde horretako beste produktu batzuk nahiko azkar deskonposatzen direlako. Haien hondakinek nahiko gutxi iraupen dute aplikatutako uztetan, hidrokarbuo kloratuekin alderatuta. Dena dela, arriskuak sortzeko eta ondorio larriak —larrietatik hilgarriarainokoak— eragiteko beste irauten dute. Riversiden, Kalifornian, laranjak biltzen aritutako hogeita hamar gizonetik hamaika biziki ondoezik jarri ziren, eta bat ez beste guztiak ospitaleratu behar izan zituzten. Parathion-pozoitzearen ohiko sintomak zituzten. Arboladia parathionarekin

ihinztatu zuten bi aste eta erdi lehenago; botaka, erdi itsu eta konortea erdi galduta utzi zituzten hondakinek hamasei-hemeretzi egun zeramatzaten han. Eta hori ez da, ezta gutxiago ere, iraupen-marka bat. Antzeko ezbeharrak gertatu ziren hilabete lehenago ihinztatutako arboladietan, eta hondakinak aurkitu ziren laranja-azaletan dosi estandarrekin tratatu eta sei hilabete geroago.

Soro, baratze eta mahastietan fosforo organikoetako intsektizidak aplikatzen dituzten langileentzako arriskua hain da latza, ezen produktu horiek erabiltzen dituzten zenbait estatuk laborategiak ezarri baitituzte medikuei diagnosian eta tratamenduan laguntzeko. Medikuek berek ere badute nolabaiteko arriskua, pozoitutako biktimekin ari direla gomazko eskularruak erabiltzen ez badituzte bederen. Biktima horien arropa garbitzen duen ikuzleari ere hala gerta dakioke, berari eragiteko beste parathion xurgatu badu arropak.

Malathiona, beste fosfato organikoetako bat, DDTa bezain ezaguna da ia jendearen artean, eta lorazainek asko erabiltzen dute etxeko intsektizida gisa, eltxoak ihinztatzeko eta zenbait kanpaina zehatz egiteko; adibidez, Floridako komunitateetan, Mediterraneoko fruta-eulien kontra erabili zuten, ia milioi bat akree ihinztatuz. Talde horretako produktu kimikoen artean toxikotasun gutxien duena da, eta jende askok uste du nahierara erabil dezakeela, gaitz egiteko beldurrik gabe. Publizitate komertzialak jarrera eroso hori suspertzen du.

Malathionaren ustezko «segurtasun» horrek arrazoi ezegonkor samarra du oinarri, nahiz eta horretaz ez jabetu —askotan gertatzen den bezala— produktu kimiko hori zenbait urtez erabili zuten arte. Ugaztunen gibelak —indar babesle ikaragarria duen organoa— nahiko kaltegabeko bilakatzen duelako soilik da «segurua» malathiona. Gibeledako entzimetak batek gauzatzen du desintoxikazioa. Dena dela, zerbaitek entzima hori suntsitzen badu edo haren jarduera oztopatzen badu, malathionaren eraginpean egondako pertsonak bete-betean jasoko du pozoia indarra.

Gu guztion zoritxarrerako, horrelako gauzak gertatzeko aukerak milaka dira. Urte batzuk lehenago Food and Drug Administration-eko zientzialari talde batek egindako aurkikuntzaren arabera, malathiona eta beste fosfato organiko jakin batzuk batera erabiliz gero, pozoitze orokorra gertatzen zen, berrogeita hamar aldiz larriagoa bien toxikotasunen batuketan oinarrituta aurreikus zitekeena baino. Beste

modu batera esanda, konposatu bakoitzaren dosi hilgarriaren ehuneko bat hilgarria izan daiteke biak batera hartuz gero.

Aurkikuntza horrek bide eman zuen bestelako konbinazioak frogatzeko. Orain badakigu fosfato organikozko intsektizida pare asko oso arriskutsuak direla, toxikotasunak gora egiten duelako edo areagotu egiten delako eragin konbinatuaren bidez. Konposatu batek bestearen eraginetik desintoxikatzeke eginkizuna duen gibelego entzima suntsitzen duenean gertatzen da indartze hori, antza denez. Ez dago zertan biak aldi berean hartu. Arriskua hor dago, ez aste honetan intsektizida bat eta datorren astean bestea ihinztatu behar dituenarentzat bakarrik, baita ihinztatutako produktuen kontsumitzailearentzat ere. Litekeena da oso ohiko entsalada-ontziak fosfato organikozko intsektiziden konbinazioen bat izatea. Hondakinek, baimendutako lege-mugen barruan egonik ere, elkarri eragin diezaioke.

Ezer gutxi dakigu oraindik produktu kimikoen interakzio arriskutsu horren hedadura osoaz, baina emaitza kezagarriak iristen dira aldiro laborategietatik. Horien artean, aurkikuntza hau dago: bigarren eragile batek —ez du zertan intsektizida bat izan— fosfato organiko baten toxikotasuna areagotu dezake. Adibidez, agente plastifikatzaileetako batek are indar handiagoz jardun dezake beste intsektizida batek baino, malathiona arriskutsuagoa bilakatzeko. Oraingoan ere, aipatutako agente horrek inhibititu egiten du intsektizida pozoitsuari «hortzak erakutsi» behar lizkiokeen gibelego entzima, eta horregatik areagotzen da arriskua.

Zer gertatzen da ohiko giza ingurunean izaten diren beste produktu kimikoekin? Zer, zehazki, drogekin? Gai horren inguruan, lehenengo urratsak baino ez dira eman, baina jada badakigu fosfato organiko batzuek (parathiona eta malathiona) muskulu-erlaxatzaile gisa erabiltzen diren zenbait drogaren toxikotasuna areagotzen dutela, eta beste askok (malathiona barne, berriz ere) barbiturikoek eragindako loaldia nabarmen luzatzen dutela.

Mitologia grekoan, Medea sorginak, Jason senarraren maitasunean aurkari batek tokia kendu ziolako haserre, ahalmen magikoak zituen tunika bat oparitu zion andregai berriari. Tunika janzen zuenak heriotza bortitza jasaten zuen berehala. Heriotza-eragile horrek egun badu baliokiderik: «intsektizida sistemiko» esaten zaienak.

Ezaugarri oso bitxiak dituzte produktu kimiko horiek, eta landareak edo animaliak «Medearen tunika»-ren antzeko zerbait bilakatzeko erabiltzen dira, pozoitsu bihurtzeko alegia. Landare edo animaliekin kontaktuan sartzen diren intsektuak akabatzen egiten da hori, haien odola edo fluidoak zurrupatzean hiltzeko.

Intsektizida sistemikoen mundua mundu bitxia da, Grimm anaiei irudimena gaintzen duena—Charles Addams-en karikaturazko munduaren antzekoagoa, beharbada—. Maitagarrien ipuinetako baso sorgindua baso pozoitsu bilakatzen deneko mundua, non hosto bat murtzikatzen duen edo landare baten izerdia xurgatzen duen intsektu bat kondenatuta baitago. Mundu horretan, zakurrari koska egin, eta arkakusoa hiltzen da, zakurraren odola pozoitsu bihurtu delako; intsektu bat hil daiteke sekula ukitu ez duen landare bati darion lurrunagatik; erle batek nektar pozoitsua ekar dezake erlauntzara, eta ezti pozoitsua ekoitzi.

Entomologia aplikatuko langileak konturatu ziren naturatik har zezaketela ideia, eta orduan sortu zitzairen intsektizidak egiteko ametsa entomologoei: ohartu ziren sodio selenatoa zuen lurzoruan hazitako garia afidoen edo araknidoen erasoekiko immunea zela. Selenioa, egoera naturalean munduko toki askotako arroka eta zoruetan kantitate txikitik aurkitzen den elementua, lehenengo intsektizida sistemikoa bilakatu zen horrela.

Landare edo animalien ehun oro inpregnatu eta haiek toxiko bihurtzeko gaitasunak bilakatzen ditu sistemiko intsektizidak. Hidrokarburo kloratuen taldeko produktu batzuek eta organofosforikoen taldeko beste batzuek —sintetikoki eginak guztiak— dute ezaugarri hori, bai eta berez sortzen diren substantzia batzuek ere. Praktikan, ordea, sistemiko gehienak organofosforikoen taldetik datoz, hondakinen arazoa ez baita hain larria.

Sistemikoek beste modu batzuetan jokatzeko dute: Haziei aplikatuz gero —blai eginez edo karbonoarekin konbinatutako geruza bat emanez—, landareen hurrengo belaunaldira zabaltzen dituzte beren eraginak, eta sortzen diren landareñoak pozoitsuak dira afidoentzat edo bestelako intsektu xurgatzaile batzuentzat. Ilarra, baba, azukre-erremolatxa eta antzeko landareak hala babesten dira batzuetan. Intsektizida sistemikoz estalitako kotoi-haziak erabili izan dira batzuetan Kalifornian, eta 1959an, adibidez San Joaquin Valleyen

kotoia landatzen aritutako hogeita bost nekazari bat-batean gaixotu ziren, tratatutako hazien zakuekin ibili ondoren.

Ingalaterran norbaitek bere buruari galdetu zion zer gerta zitekeen erleek sistemikoekin tratatutako landareetako nektarra erabiliz gero. Schradan izeneko produktu kimikoarekin tratatutako eremuetan ikertu zuten gaia. Landareak lorea eman aurretik ihinzatu baziren ere, geroago emandako nektarrak pozoia zuen. Aurreikusi bezala, erleek egindako ezia ere schradanarekin pozoitua zegoen.

Hypoderma bovis delakoa—ganaduaren parasito kaltegarri bat—kontrolatzeko erabili izan dira animalia-sistemikoak, nagusiki. Oso kontuz ibili behar da pozoitze hilgarriak sorrarazi gabe eramailearen odol eta ehunetan eragin intsektizida sortzeko. Oreka hauskorra da, eta, Gobernuko albaitariek aurkitu zutenez, dosi txikien errepikapenak pobretu egiten dute, pixkanaka, animaliek duten kolinesterasa entzima babeslearen hornidura, eta, hala, aurretiko abisurik gabe, dosi gehigarri ñimiño batek pozoitzea eragin dezake.

Gure eguneroko bizitzatik hurbilagoko arloak irekitzen ari direla adierazten duten seinale nabariak daude. Zure zakurrari arkakusoak gainetik kenduko dizkion pilula bat eman diezaiokezu gaur —horrela diote—, haren odola arkakusoentzat pozoitsu eginez. Tratututako ganaduan aurkitutako arriskuak zakurrari aplikatuko zaizkio, noski. Orain arte, dirudienez, inork ez du giza sitemikorik proposatu, gizakiak eltxoentzat hilgarri bihurtzeko. Beharbada, hori da hurrengo pausoa.

Orain arte, kapitulu honetan, intsektuen kontrako gerran erabiltzen diren produktu kimiko hilgarriei buruz aritu gara. Zertan da belar txarren aurkako aldi bereko gerra?

Nahi ez ditugun landareak akabatzeko metodo azkar eta erraza desiratzeak herbizida edo belar-hiltzaile —hizen arruntagoa— gisa ezagutzen ditugun produktu kimikoen errenka gero eta luzeagoa ekarri digu. Produktu kimiko horien erabileraren eta erabilera okerraren historia 6. kapituluaren kontatuko dugu; hemen dagokigun gaia da ea belar-hiltzaileak pozoitsuak diren eta ea haien erabilerak ingurumena kutsatzen laguntzen duen.

Oso uste hedatua da, baina zoritxarrez ez da egia, herbizidak landareentzat baino ez direla pozoitsuak eta ez dutela sortzen arriskurik animalientzat. Landare-hiltzaileen barruan animalia-ehunei zein landareei eragiten dieten produktu kimiko mota asko daude. Ezberdinak

dira oso organismoari eragiteko moduari dagokionez. Batzuk orotako pozoia dira; batzuk metabolismoaren estimulazailerak dira, eta tenperatura-igoera hilgarria eragiten dute gorputzean; batzuek tumore gaiztoak sorrarazten dituzte, bakarrik edo beste produktu batzuekin elkartuta; batzuek arrazaren material genetikoari erasotzen diote, gene-mutazioak eraginez. Herbiziden barruan, orduan, intsektizidetan bezala, zenbait produktu kimiko oso arriskutsu daude, eta «seguruak» direlakoan axolagabe erabiltzeak ondorio oso txarrak izan ditzake.

Laborategietatik ateratzen den produktu kimiko berrien jario etengabearen konpetentzia izan arren, artsenikozko konposatuak murrizketarik gabe erabiltzen dira oraindik, bai intsektizida gisa, goian aipatu dugun bezala, bai belar-hiltzaile gisa. Herbizida gisa, sodio artsenito forma kimikoa hartu ohi dute. Haien erabileraren historia ez da lasaitzeko modukoa. Bide-ertzetako ihintzadura moduan erabilia, nekazari askoren behiak eta basabere andana akabatu dituzte. Aintziretako eta urtegietako belar txarren hiltzaile gisa, edateko desegoki bilakatu dituzte herri-urak, bai eta igeriketarako ere. Patatasailtan aihen-belarrak suntsitzeko ihintzadura moduan, kalteak ekarri zizkiete gizakiei eta gizaki ez direnei.

Ingalaterran, 1951 inguruan zabaldu zen azken ohitura hori; azido sulfurikoaren eskasiaren ondorioz, hori erabiltzen zuten lehen patataren aihen-belarrak kiskaltzeko. Nekazaritza Ministerioari beharrezko iruditutako artsenikoz ihintzaturiko sailtan barrena ibiltzearen arriskuaz ohartaraztea, baina ganaduak ez zuen ulertu oharpen hori (ezta basabereek eta hegaztiak ere, eta hori onartu beharra dugu), eta artsenikozko ihintzadurak pozoitutako ganaduari buruzko txostenak erregularitasun monotonoz iritsi ziren. Nekazari baten emazteari, artsenikoz kutsatutako uraren bidez, heriotza iritsi zitzaionean, Ingalaterrako konpainia kimiko handienetako batek artsenikozko sprayen ekoizpena geldiarazi zuen (1959an), eta banatzaileen eskuetan zeuden hornidurak berehala itzultzeko eskatu zuen. Handik gutxira, Nekazaritza Ministerioak iragarri zuen murrizketak ezarriko zituela artsenikoaren erabileran, jendearentzako eta ganaduarentzako arriskua handia zela eta. 1961an, Australiako Gobernuak antzeko debekua iragarri zuen. Hala ere, horrelako murrizteak ez dute galarazi pozoien erabilera Estatu Batuetan.

«Dinitroa» duten konposatuetako batzuk ere erabiltzen dira herbizida gisa. Estatu Batuetan erabiltzen diren mota horretako material

arriskutsuenen artean sailkatuta daude. Dinitrofenola estimulatzaile metaboliko indartsua da. Arrazoi horrengatik, garai batean, argaltzeko droga gisa erabili zen, baina argaltzeko dosiaren eta pozoitzeko edo hiltzeko behar zen dosiaren arteko muga txikia zen; hain txikia, ezen zenbait paziente hil egin baitziren eta beste askok lesio iraunkorrak pairatu baitzituzten droga erabiltzea galarazi zuten arte.

Harekin loturiko produktu kimiko bat, pentaklorofenola, inoiz «penta» izenaz ere ezagutua, belar-hiltzaile zein intsektizida gisa erabiltzen da, eta, askotan, trenbideetan eta eremu zabaletan ihintzatzen da. Penta izugarri toxikoa da askotariko organismoentzat; hasi bakterioetik eta gizakietaraino. Dinitroak bezala, gorputzaren energia-iturria oztopatzen du, askotan larriki, eta hala eragindako organismoak bere burua kiskaltzen du hitzez hitz esateko. Haren indar ikaragarriaren adibidea da Kaliforniako Osasun Sailak duela gutxi jakitera emandako istripua. Zisterna-kamioi baten gidaria kotoiarentzako hosto-galtzailea prestatzen ari zen diesela pentaklorofenolarekin nahasiz. Kontzentratu kimikoa zisternatik ateratzen ari zela, kanila lurrera erori zen ustekabean. Kanila berreskuratzeko, bere esku biluzia luzatu zuen. Eskua berehala garbitu bazuen ere, larri gaixotu eta biharamunean hil zen.

Zenbait belar-hiltzaileraren ondorioak —besteak beste, sodio artsenitoarenak eta fenolenak— oso agerikoak diren arren, beste herbizida batzuk maltzurragoak dira ondorioei dagokienez. Adibidez, aminotriazol ahabiarene belar txarren herbizida famatua, edo amitrola, toxikotasun txiki samarrekotzat sailkatua dago. Baina luzera tiroide gurutzean tumore gaiztoak sortzeko joera du, eta hori, seguru asko, askoz garrantzitsuagoa da basabizirako eta, beharbada, gizakiarentzat.

Herbiziden artean, «mutagena» gisa edo geneak —herentziaren materialak— aldatzeko gai diren agente gisa sailkatuta daude batzuk. Arrazoi osoz gaude izututa erradiazioaren ondorio genetikoekin; nolatan ez digute axola, beraz, gure ingurunean erruz zabaltzen ditugun produktu kimiko horiek eragiten dituzten ondorio berek?

4. kapitulua

Azaleko urak eta lurpeko itsasoak

Gure baliabide natural guztietatik preziatuena ura da. Lurraren gainazalaren zatirik handiena itsasoek estaltzen dute, alabaina, ugaritasun horren erdian, beharrean gaude. Paradoxa bitxi bat dela medio, ordea, Lurra duen ur ugari horretatik gehiena ezin da erabili nekazaritzarako, industriadako edo giza kontsumorako, itsas gatzaren kantitate handia baitu. Hala, munduko biztanle gehienek urrialdiak dituzte edo izateko arriskuan daude. Gizakiak jatorria ahaztu duen eta bizirik irauteko funtsezko premiak ikusteko gauza ere ez den garai honetan, ura, beste baliabideekin batera, haren axolarik ezaren biktima bilakatu da.

Pestiziden bidezko ur-kutsaduraren arazoa bere testuinguruan baino ezin da ulertu, osotasun baten zati gisa: gizakiaren ingurune osoaren kutsadura. Gure ur-ibilguetan sartzen den kutsadura askotariko iturrietatik iristen da: errektore, laborategi eta ospitaleetako hondakin erradioaktiboak; leherketa nuklearretako euri erradiaktiboak; hiri eta herrietako etxe-hondakinak; eta fabriketako hondakin kimikoak. Horiei guztiei beste euri erradiaktibo mota bat gehitu zaie: soro landu eta lorategietan, eta baso eta zelaietan aplikatutako ihintzadura kimikoak. Nahasketa asaldagarri horretan, agente kimikoetako askok erradiazioaren ondorio kaltegarriak imitatu eta areagotzen dituzte, eta produktu kimikoen beren taldeetan ere badaude interakzio, transformazio eta eragin-batura zitalak eta ez oso ezagunak.

Kimikariak naturak sekula asmatu ez dituen substantziak fabrikatzen hasi zirenetik, ura araztearen arazoak korapilatsuak dira, eta arriskua areagotu egin da ur-erabiltzaileentzat. Ikusi dugun bezala, produktu sintetiko horien eskala handiko ekoizpena 1940ko hamarraldian hasi zen. Halako proportzioak hartu ditu orain, ezen kutsadura kimikoaren uholde izugarri bat isurtzen baita egunero

AEBko ibilguetan. Produktu horiek etxeko eta bestelako hondakinekin ur beretan erabat nahasten direnean, batzuetan, ez dira erraz detektatzen araztegiatan erabili ohi dituzten metodoen bidez. Horietako gehienak hain egonkorak dira, ezin baitira bereizi ohiko prozesuen bidez. Maiz, ezin dira identifikatu ere egin. Kutsatzaile-aniztasun benetan sinesgaitza agertzen da ibaietan, eta osasun-ingeniariek etsimenduz *gunk*² deitu baino ezin dituzten jalkinak eratzten dira. Massachusetts-eko Teknologia Institutuko irakasle Rolf Eliassen-ek kongresuko batzorde baten aurrean baieztatu zuen ezinezkoa zela produktu kimiko horien eragin bateratua aurreikustea edo nahasturaren ondorioz sortutako materia organikoa identifikatzea. «Zer den jakiten hasi ere ez gara egin», esan zuen Eliassen katedradunak. «Zer eragin du jendearengan? Ez dakigu.»

Intsektu, karraskari, edo belar txarrak kontrolatzeko erabiltzen diren produktu kimikoek neurri gero eta handiagoan laguntzen diete kutsatzaile organiko horiei. Batzuk nahita aplikatzen dira ur-gorputzetan, landareak, intsektu-larbak edo nahi ez diren arrainak akabatzen. Batzuk ihinztatutako basoetatik datoz. Askotan, intsektu kaltegarri bakar baten aurka zuzendutako ihinzta duraz estatu bakar bateko bi edo hiru milioi akre estaltzen dira, eta ihinzadura hori erreketara zuzenean eror daiteke, edo sabai hostotsuan zehar tantaka isuri basoko zorura, han hezetasunaren mugimendu mantsoaren parte bilakatu, eta itsasorako bidaia luzea hasi. Kutsatzaile horietako gehienak, ziur aski, soroetan intsektuak edo karraskariak kontrolatzeko aplikatutako milioika libra produktuen hondakinak dira; euriaren bidez lurrazaletik iragazi, eta itsasora doan uraren mugimendu unibertsalaren parte bilakatu dira.

Hemen eta han, gure erreketan eta ur-hornidura publikoetan, baditugu produktu kimiko horien presentziaren froga dramatikoak. Adibidez, Pensylvaniako baratzegune bateko edateko uraren lagin bat aztertu zuten arrainetan laborategian, eta testatutako arrain guztiak lau orduan akabatzen beste intsektizida zeukan. Ihinzaturiko kotoi-soroak drainatzen zituen erreka bateko urek arraintzat hilgarri izaten jarraitzen zuten araztegitik pasatu ondoren ere, eta toxafenoarekin —hidrokarburo kloratubat— tratatutako soroetako jarioak arrain guztiak hil zituen Alabamako Tennessee ibaiaren hamabost ibaiadarretan. Erreka horietako bi erabiltzen zituen udalak udalerrira urez hornitzeko.

2 Itzultzailearen oharra: Gunk, substantzia lirdingatsu eta nazkagarria

Intsektizida aplikatu ondorengo astean urak pozoituta jarraitzen zuen artean; hala frogatzen zuen errekan behera kaoiletan zintzilikatutako urre-arrainak (*Carassius auratus*) egunero hilik agertzeak.

Kutsadura hori ezkutukoa eta ikusezina da, oro har; ehunka edo milaka arrain hiltzen direnean egiten da agerikoa, baina, sarri askotan, ez da batere sumatzen. Uraren araztasuna zaintzen duen kimikariak ez du kutsatzaile organiko horiek atzemateko ohiko probarik, ez eta ezabatzeko biderik ere. Baina detektatuak izan ala ez, pestizidak hor daude, eta, lurzoruetan eskala handian aplikatutako beste edozein materialen kasuan espero izatekoa zen bezala, estatuko ibai-sistema nagusi askotarako edo, beharbada, guztietarako bidea aurkitu dute orain.

Norbaitek zalantzan jartzen baldin badu gure urak ia orokorki intsektizidekin kutsatuak daudela, Estatu Batuetako Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuak 1960an argitaratutako txostentxoaz aztertu behar luke. Zerbitzu horrek zenbait arrain aztertu zituen, odol beroko animaliek bezala ehunetan intsektizidak metatzen ote zituzten jakiteko. Lehenengo laginak mendebaldeko baso-inguruetatik hartu zituzten, non DDTa masiboki ihintzatu baitzuten izeiaren larba kontrolatzeko. Espero izatekoa zen bezala, arrain horiek guztiek DDTa zuten. Ikertzaileek, konparaketa egiteko, larba hori kontrolatzeko ihintzaturiko ingurutik hogeita hamar bat miliara zegoen eskualde urrun bateko latsa baterantz jo zuten gero, eta orduan egin zituzten aurkikuntza benetan garrantzitsuak. Lats hori ibaian gora zegoen, ur-jauzi handi batez bereizita. Ez zegoen han ihintzadurarik egin izanaren berririk. Alabaina, arrain haiek ere DDTa zuten. Lurpeko erreka ezkutuetan barrena heldu al zen produktu kimikoa lats urrun horretara? Edo haizeak eramanez lats-azalean erori al zen euri erradiaktibo gisara? Konparaziozko beste ikerketa batean, DDTa aurkitu zuten ura putzu sakon batetik hartzen zuen haztegi bateko arrainen ehunetan. Orduan ere ez zegoen hurbileko ihintzatzeen berririk. Kutsatzeko bide posible bakarra lurpeko urak zirela zirudien.

Seguruenera, lurpeko uren kutsadura hedatuaren arriskua da kezkarriena ur-kutsaduraren arazo osoan. Ezinezkoa da edonongo urari pestizidak eranstea uraren araztasuna toki guztietan arriskuan jarri gabe. Oso gutxitan funtzionatzen du naturak konpartimendu itxi eta bereizietan, noizbait hala jokatzeko badu, eta ez du hala egin

lurraren ur-baliabideak banatzerakoan. Euriak, lurrera erortzean, lurreko eta arroketako poroak eta arrakalak zeharkatzen ditu, eta gero eta sakonago sartzen da arrokaaren poro guztiak urez beterik dauden gunek batera iritsi arte: lurpeko itsaso ilun bat, mendixken azpian gora egin eta haranetan behera hondoratzen dena. Lurpeko ur hori etengabe mugitzen da; batzuetan, oso mantso, urtean berrogeita hamar oin baino ez ditu egiten; beste batzuetan, oso azkar, mila baten hamarrena inguru egiten du egunean. Ezkutuko ibilguetatik bidaiatzen du, hemen eta han iturri gisa azaleratzen den arte, edo, beharbada, putzu bat elikatzeko baliatzen da. Baina, gehienetan, errekek elikatzen ditu, bai eta ibaiak ere. Euri moduan edo gainazaletik iragazita erreketara zuzenean isurtzen dena izan ezik, lurraren azalean dabilen ur guztia lurpekoa zen lehen. Hortaz, lurpeko uraren kutsadura edonongo uraren kutsadura da; erreala eta izugarria benetan.

Horrelako lurpeko itsaso ilun batean bidaiatuko zuten, noski, produktu kimiko pozoitsu horiek Coloradoko lantegi batetik hainbat miliara zegoen laborantza-barruti batera, han ur-putzuak pozoitzeko, pertsonak gaixotzeko eta uztak kaltetzeko. Ohiz kanpoko gertakaria izan zen, baina antzeko askoren artean lehenengoa izan daiteke. Hona hemen, labur, haren kontakizuna. 1943an, Army Chemical Corpseko Rocky Mountain Arsenal enpresa gerra-materialak fabrikatzen hasi zen Denver inguruan. Zortzi urte geroago, petrolio-konpainia pribatu batek armategiko instalazioak alokairuan hartu zituen intsektizidak ekoizteko. Dena den, jarduera aldatu aurretik ere, txosten misterioitsuak iristen hasi ziren. Lantegitik hainbat miliara zeuden nekazariak ganaduaren gaitz ezezagunen berri ematen hasi ziren; kexu ziren uztetan kalte ugari jasan zituztela eta. Hostoak horitu ziren, landareak ez ziren heldu, eta uztaz ugari galdu egin zen behin betiko. Giza gaixotasunen berri ere izan zen, eta, batzuen ustean, erlazionatuta zegoen dena.

Etxalde horietan ureztatzeko erabiltzen zituzten urak ur azaleko putzuetatik zetozen. Putzuetako urak aztertu zituztenean (1959an egin zuten ikerlana zenbait estatu eta agentzia federalek), askotariko produktu kimikoak aurkitu zituzten. Kloruroak, kloratoak, azido fosforikoaren gatzak, fluoruroak eta artsenikoa hustu zituzten Rocky Mountain Arsenaletik urmaeletara, haren jarduerak iraun zuen urteetan. Antza denez, armategiaren eta etxaldearen arteko lurpeko ura kutsatu egin zen, eta hondakinek zazpi edo zortzi urte behar izan zituzten urmaeletatik

gertuen zegoen etxalderaino lurpean hiru milia inguruko bidea egiteko. Iragazketa horrek hedatzen jarraitu zuen, eta ez zekiten zenbateko eremua kutsatu zuen. Ikertzaileek ez zekiten kutsadurari nola eutsi edo haren zabalkuntza nola geldiarazi.

Hori guztia nahikoa txarra zen, baina gertaera osoaren ezaugarri misterioitsuena eta, denbora pasatu ahala, esanguratsuena izan zen 2,4-D belar-hiltzailea aurkitu zutela putzu batzuetan eta armategiko urmaeletan. Haren presentzia nahikoa zen, segur aski, ur horrekin ureztatutako uztei eragindako kalteengatik kontuak eskatzeko. Baina benetako misterioa zen armategiko jardueraren etapa bakar batean ere ez zutela 2,4-Drik ekoitzi.

Ikerketa luze eta arretatsu baten ondoren, lantegiko kimikariek ondorioztatu zuten depositu irekietan berez sortu zela 2,4-Da. Armategitik hustutako bestelako substantzietatik sortua zen; airearen, uraren eta eguzki-argiaren presentzian, kimikarien inolako esku-hartzerik gabe, urmaelak laborategi kimiko bilakatu ziren, eta produktu kimiko berri bat ekoitzi zuten, ukitutako landareak larri kaltetzen zituen produktua.

Coloradoko nekazarien eta kaltetutako uzten kontakizunak, beraz, toki-izaera gainditu eta esanahi zabalagoa hartu du. Horren pareko zenbat kontakizun ote daude Coloradon bertan eta handik kanpo, kutsadura kimikoak herri-uretarako bidea aurkitzen duen edonon? Edonongo aintzira eta erreketan, airea eta eguzki-argia katalizatzaile direla, zer substantzia arriskutsu jaio daiteke «ez-kaltegarri» izendatutako produktu kimikoetatik?

Zalantzarik gabe, uraren kutsadura kimikoaren alderdi asaldagarrienetako bat da kimikari arduratsu bati bere laborategian konbinatzea otuko ere ez litzaiokeen produktu kimikoak daudela nahasten direla ibai, aintzira edo urtegietan, edo afaritarako edalontzian zerbitzatutako uretan. Nahierara nahasiriko produktu kimiko horien arteko balizko interakzioak oso kezkatuak ditu Estatu Batuetako Osasun Saileko funtzionarioak, eta duten beldurra adierazi dute: baliteke berez kalterik eragiten ez duten produktu kimikoetatik substantzia kaltegarriak ekoizten aritzea eskala aski zabalean. Erreakzioa bi produkturen edo gehiagoren artean gerta liteke, edo produktu kimikoen eta gero eta bolumen handiagoetan gure ibaietan husten diren hondakin erradiaktiboen artean. Erradiazio ionizatzailearen eraginpean, aise

gerta liteke atomoak berrantolatzea eta produktu kimikoen izaera aldatzea; Aurreikusi ezinekoa eta kontrolagaitza izan liteke, gainera, prozesu hori.

Lurpeko urez gain, jakina, gainazaletik doazen errekaetoak, errekek, ibaiak eta ureztatzeko urak ere kutsatzen ari dira. Azken horren adibide kezkarri bat areagotzen ari da, antza, Kaliforniako Tule Lake eta Lower Klamatheko basabiziaren babesleku nazionaletan. Upper Klamath Lakeko babeslekua (Oregonen, mugaren gainean justu) ere hartzen duen babesleku-kate baten parte dira horiek. Guztiak daude, zoritxarrez beharbada, ur-hornidura partekatu baten bidez lotuta, eta soro landuz eratutako itsaso zabal bateko uharte txikiak dirudite, alegia, jatorriz hegazti akuatikoen paradisu ur irekikoa eta paduraz osatua zenari drainadura eta ur-korronteen desbideratzearen bidez hartutako lurrak dirudite.

Upper Klamath Laketik datozen urekin ureztatzen dira orain babeslekuen inguruko soro landu horiek. Zerbitzatu dituzten soroetatik bildutako ureztatzeko ur horiek Tule Lakera ponpatzen dira orduan, eta handik, Lower Klamathera. Bi ur-gorputz horietan dauden basabiziaren babeslekuetako ur guztiak, beraz, nekazaritzako lurretatik drainatuak dira. Garrantzitsua da hori gogoratzea arestiko gertakariekin lotuta.

1960ko udan, babeslekuko langileak ehunka hegazti jaso zituen hilda eta hilzorian Tule Laken eta Lower Klamathen. Gehienak espezie arrain-jaleak ziren: lertxunak, pelikanoak, murgilak, kaioak... Analisisetan intsektizida-hondakinak aurkitu zituzten: toxafenoa, DDDa eta DDEa. Aintziretako arrainek ere intsektizida-hondakinak zituzten; bai eta plankton-laginek ere. Babeslekuko gerentearen iritzia da pestizida-hondakinak metatzen ari direla orain babesleku horietako uretan, erruz ihintzaturiko laborantza-lurretatik itzulitako ureztatze-uren bidez hara garraiatuta.

Kontserbatze-asmoekin aparte jarritako uren kutsadura horrek ondorioak izan ditzake mendebaldeko ahate-ehiztari ororentzat, bai eta arratseko zerua zeharkatuz noraezean dabiltzan hegazti akuatikoen ikuskizuna eta soinua maite dituen ororentzat ere. Babesleku berezi horiek funtsezko kokapena dute mendebaldeko hegazti akuatikoen kontserbaziorako. Inbutu baten estuguneari legokiokoen puntu horretan daude kokatuta, Pacific Flyway esaten zaien migrazio-bide guztiek bat egiten duten puntuan. Udazkeneko migrazioan Bering itsasoaren

ekialdeko ertzetik Hudson badiaraino zabaltzen diren habiagintza-lekuetatik datozen milioika ahate eta antzara hartzen dituzte: udazkenean hegoaldera, Pazifiko kostaldeko estatuetara, mugitzen diren hegazti akuatiko guztien hiru laurden. Udan, habiagintzako zonak dira hegazti akuatikoentzat; bereziki, galzorian dauden bi espezierentzat: murgilari burugorria eta ahate gorritzta. Babesleku horietako aintzira eta urmaelak larri kutsatzen badira, Far Westeko hegazti akuatikoen populazioari eragindako kaltea konponezina izan liteke.

Ura aintzat hartu behar da bizitzatik bizitzarako material-transferentzia zikliko amaigabea sostengatzen dituen bizi-kateengatik ere: noraezean dabilzan plankton-zelula berde hauts modukoak, ur-arkakuso ñimiñoak eta uretatik planktona iragazten duten eta, era berean, beste arrainek edo hegazti, bisoi, mapatxe eta abarrek jaten dituzten arrainak, besteak beste. Badakigu uretan dauden beharrezko mineralak horrela pasatzen direla elika-kateko loturaz lotura. Nola pentsa dezakegu uretaratzen ditugun pozoiak ez direla naturaren ziklo horietan barneratuko?

Kaliforniako Clear Lakeko historia harrigarrian aurkituko dugu erantzuna. Eskualde menditsu batean dago Clear Lake, San Franciscotik laurogeita hamar bat milia iparraldera, eta luzaroan izan da famatua arrantzaleak direla eta. Izena desegokia da, gaur egun aintzira arre samarra baita, hango ur meheak estaltzen dituen lokatz beltz argia dela eta. Arrantzaleen eta aintzira-ertzeko egoiliarren kalterako, hango urek habitat bikaina eskaini diote *Chaoborus astictopus* espezieko intsektuari. Eltxoekin lotura estua badu ere, intsektu hori ez da odol-xurgatzailea, eta, seguruenera, ez da helduen moduan elikatzen. Dena dela, gogaikarria da habitat bera partekatzen duten gizakientzat, kopuru handietan agertzen baita beti. Ahaleginak egin zituzten hura kontrolatzeko, baina ahalegin antzuak izan ziren, 1940ko hamarraldian hidrokarbuo kloratuzko intsektizidek arma berriak eskaini zituzten arte. DDDa aukeratu zuten erasoaldirako produktu gisa; DDTaren gertuko ahaidea da, baina ez da horren arriskutsua, antza, arraintentzat.

1949an abian jarritako kontrol-neurri berriak arduratsu prestatu zituzten, eta inor gutxik pentsatuko zuen kalterik izan zitekeenik. Aintzira ikertu eta haren bolumena zehaztu zuten, eta intsektizida oso diluzio handian aplikatu zuten: produktu kimikoaren parte bakoitzeko hirurogeita hamar milioi parte ur izango ziren. Hasieran, kontrola

egokia izan zen, baina, 1954an, tratamendua errepikatu behar izan zuten, eta, orduko hartan, intsektizida parte bakoitzeko berrogeita hamar milioi parte ur izan zen proportzioa. *Chaoborus* eltxoak erabat suntsitu zituztela pentsatu zuten.

Hurrengo neguan iritsi ziren gainerako bizidunei egindako kalteen lehengo aztarnak: aintziraren mendebaldeko murgilak hiltzen hasi ziren, eta ehun baino gehiagoren heriotzaren berri eman zuten laster. Mendebaldeko murgila Clear Laken umatzen den hegaztia da, eta neguan ere bisitatzen du inguru hura aintzirako arrain-ugaritasunak erakarrita. Itxura ikusgarria eta ohitura liluragarriak ditu, eta Estatu Batuetako eta Kanadako mendebaldeko aintziretako ur azaletan egiten du bere habia flotatzailea. Beltxarga-murgil ere deitzen diote, arrazoi osoz, aintziraren azaletik ia uhintxorik sortu gabe labaintzen baita gorputza apal eta lepo zuria eta buru beltz distiratsua tente dituela. Txita jaioberriaren jantzia lumatxa leun grisa da; ordu gutxira uretaratzen da, eta amaren edo aitaren gainean ibiltzen da, gurasoen hegopean babestuta.

Chaoborus eltxoen populazio erresistentearen aurkako hirugarren erasoaren ondoren, 1957an, murgil gehiago hil ziren. 1954an egiaztatu zuten bezala, hildako hegaztien ikerketan ez zuten aurkitu infekzio-gaitzen frogarik. Baina, norbaiti murgilen gantz-ehunak analizatzea otu zitzaionean, DDD-proportzio ikaragarria (1.600 ppm) aurkitu zuen.

Urari aplikatutako kontzentrazio maximoa 1/50 ppm izan zen. Produktu kimikoak nola egin zezakeen gora maila miragarri horietaraino murgiletan? Hegazti horiek, jakina, arrainjaleak dira. Clear Lakeko arrainak ere analizatu zituztenean hasi zen argitzen zer gertatu zen: organismo txikienek pozoia jaso, metatu eta harrapari handiei transferitu zieten. Plankton-organismoek 5 ppm intsektizida zuten, uretara bertara iritsitako kontzentrazio maximoa baino hogeita bost bat aldiz gehiago; arrain landarejaleek 40 ppm-tik 300 ppm-ra bitarte metatu zituzten; espezie haragijaleek metatu zuten guztietan gehien. Horietako batek, *Ameiurus nebulosus* espezieak, 2.500 ppm-ko kontzentrazio txundigarria zuen. «Akerra ikusi dugu baratzean jaten» moduko sekuentzia bat izan zen: planktonak pozoia xurgatu zuen uretatik; belarjaleak planktona jan zuen; haragijale txikiak, belarjaleak; eta haragijale handiak, haragijale txikia.

Geroago, are aurkikuntza bitxiagoak egin zituzten. DDD-arrastorik ez zuten aurkitu uretan, produktu kimikoa azkenekoz aplikatu zenetik denbora gutxira. Baina pozoiak ez zuen aintzira utzi; aintzirak sostengatzen zuen biziaren lantegi barrura joana zen. Tratamendu kimikoak bertan behera utzi eta hogeita hamar hilabetera ere, planktonak 5,3 ppm baino gehiago izaten jarraitzen zuen. Bi urte inguruko tarte horretan, plankton-uztek loratu eta zimeltzen jarraitu zuten, baina pozoia, uretan luzaro iraun ez zuen arren, belaunalditik belaunaldira igaro zen nolabait. Eta aintzirako animalietan ere bizi zen. Produktuak aplikatzeari utzi eta urtebetera ikertutako arrain, hegazti eta igel guztiek DDDa zuten. Haragian aurkitutako kantitateak nabarmen gainditzen zuen uretako jatorrizko kontzentrazioa. Eramaille bizidun horien artean, askotariko espezieak zeuden: DDDa azkenekoz aplikatu zenetik bederatzi hilabetera jaiotako arrainak, murgilak eta 2.000 ppm-tik gorako kontzentrazioak zituzten Kaliforniako kaioak. Bitartean, murgilen ugaltze-koloniak urritu egin ziren. Lehenengo tratamenduaren aurretik, 1.000 bikote baino gehiago zeuden, eta 1960an, hogeita hamar bikote inguru. Gainera, bazirudien hogeita hamar horiek ere habia alferrik egin zutela, murgil gazterik ez baitzen ikusi aintziran DDDa azkenekoz aplikatu zutenetik.

Orduan, pozoitze-kate oso horrek, antza denez, jatorrizko metatzaileak izango ziren landare ñimiñoak ditu oinarri. Baina zertan da elika-kate horretako beste muturra, gizakia alegia, zeinak, gertakari-sekuentzia horren guztiaren jakitun izan gabe, arrantza-tresnak prestatu, Clear Lakeko uretan arrain sorta bat harrapatu, eta afaritarako etxera frijitzeko eraman baititu? Zer egin diezaiokete DDD-dosi batek edo hainbat dosik?

Kaliforniako Osasun Publikoaren Sailak aitortu zuen ez zuela arriskurik ikusi; hala eta guztiz ere, aintziran DDDa erabiltzen ez jarraitzea xedatu zuen 1959an. Produktu kimiko horren indar biologiko handiaren frogaz zientifikoak aintzat hartuz gero, xedapen horrek gutxieneko segurtasun-neurria dirudi. DDDaren eragin fisiologikoa bakarra da, seguruenik, intsektiziden artean; izan ere, adrenalina hormona jariatzen duen guruin adrenalaren parte bat suntsitzen du —kortex adrenal esaten zaion azaleko geruzako zelulek osatzen dute, hain zuzen ere, guruin adrenal—. Hasieran uste zuten ondorio suntsitzaile hori, 1948az geroztik ezagutzen dena, zakurretan baino ez

zela gertatzen, ez baitzen agertu animalia esperimentaletan; ez tximu, ez arratoi, ez untxietan. Gogoan hartzeko modukoa zirudien, ordea, Adissonen gaixotasuna zuten gizakien egoeraren oso parekoa izatea DDDak zakurrei eragindakoa. Azken ikerketa medikoek erakutsi dute DDDak indarrez galarazten duela gizakiaren kortex adrenalaren funtzioa. Zelulak suntsitzeko duen gaitasuna klinikoki erabiltzen da orain, guruin suprarrenalean garatzen den minbizi mota arraro baten tratamenduan.

Argitu beharreko zalantza bat jartzen dio aurrez aurre Clear Lakeko egoerak jendeari: zuhurra edo komenigarria al da prozesu fisiologikoetan horrelako eragin bortitza duten substantziak erabiltzea intsektuak kontrolatzeko, kontrol-neurriek produktu kimikoa ur-gorputzetan zuzenean sartzea dakartenean? Intsektizida oso kontzentrazio txikietan aplikatu izana xehetasun hutsala da, elika-kate naturalean duen garapen itzelak egiaztatzen duen bezala. Alabaina, Clear Lakekoa egoera tipikoa da antzeko egoera gero eta ugariagoen artean. Horrelakoetan, arazo nabari eta askotan arrunt baten konponbideak beste arazo askoz serioago bat sortzen du, baina, askotan, egokieraz, ez da horren hautemangarria. Clear Laken, *Chaoborus* eltxoekin gogaitutakoen mesedetan konpondu zuten arazoa, aipatutako, eta, seguruenera, argi ulertu gabeko arriskua aintzat hartu ez eta aintziratik bazka edo ura hartu zuten ororen kaltetan.

Oso bitxia bada ere, urtegietan pozoiak nahita sartzea praktika aski ohikoa bilakatzen ari da. Jolas-erabilerak sustatzea izaten da helburua, nahiz eta diru asko gastatu behar izaten den ura tratatzeko xede horretarako zein edateko egokia izan dadin. Inguru bateko kirolariak urtegiaren arrantza hobetu nahi dutenean, gogoko ez dituzten arrainak akabatzeko, urtegiaren pozoia bota dezaten bultzatzen dituzte agintariak, eta kirolariaren dastamenak gehiago atsegin dituen haztegiko arrainekin ordezkatzeko dituzte haiek gero. *Alizia lurralde miresgarrian* istorioaren tankerako ezaugarri bitxia du prozedurak. Ur-hornidura publikorako sortu zuten urtegia. Alabaina, hango komunitatea, zeinari segur aski ez baitiote ezer galdetu proiektuaz, behartuta dago pozoia duen ura edatera edo pozoia uretatik kentzeko tratamenduarengatik zergak ordaintzera. Tratamendua, jakina, ez da hutsezina.

Lurpeko eta azaleko urak pestizidekin eta bestelako pozoiekin kutsatuta daudenez, arriskua dago substantzia pozoitsuak gain minbizia

eragiten dutenak ere ur-hornidura publikoan sartzeko. Minbiziaren Institutu Nazionaleko doktore W.C. Hueper-ek ohartarazpen hau egin zuen:

«Etorkizun hurbilean, edateko ur kutsatuak kontsumitzeagatik, minbizia jasateko arriskua areagotu egingo da neurri handi batean».

Hain zuzen, ikuspuntu hori baieztatu zuen 1950eko hamarraldian Herbeheretan eginiko ikerketa batek; alegia, kutsatutako ibilguek minbiziaren arriskua ekar dezaketela. Edateko ura ibaietatik hartzen duten hirietan, handiagoa da minbiziagatiko heriotzen proportzioa, horren kutsagarriak ez diren iturrietatik hartzen dutenetan baino. Artsenikoak, gizakietan minbizia sortzen duten inguruneke substantzien artean argien finkatutakoak, zerikusia izan du bi kasu historikotan, non kutsatutako ur-hornidurek minbizi-kasuen hedatzea ekarri baitzuten. Kasu batean, meatzaritzako zepategietatik zetorren artsenikoa; bestean, artseniko-eduki handia berez zuten arroketatik. Egoera horiek erraz bikoiztu zitezkeen artsenikozko intsektiziden aplikazio handien ondorioz. Inguru horietako lurzorua pozoitsu bilakatu zen. Euriak, orduan, erreketara, ibaietara eta urtegietara eraman zuen artsenikoaren parte bat, bai eta lurpeko itsaso zabaletara ere.

Berriro ere gogora datorkigu naturan ezer ez dela bereizirik gertatzen.

Gure munduaren kutsadura nola gertatzen ari den argiago ulertzeko, lurraren beste funtsezko baliabide bati, hots, lurzoruari, begiratu behar diogu.

5. kapitulua

Lurzoruairen erresumak

Kontinenteen gaineko estalki aldakorra eratzen duen lurzoru-geruza meheak gure bizia eta lurreko beste animalia ororena kontrolatzen du. Lurzorurik gabe, landareak ez lirateke haziko guk ezagutzen ditugun moduan, eta, landararik gabe, animaliek ezingo lukete bizirik iraun.

Baina, gure bizia—nekazaritzan oinarritua—lurzoruairen mende badago ere, lurzorua bera biziaren mende dago, halaber, eta haren jatorria eta benetako izaeraren iraupena landare eta animaliei hertsirik lotuta daude. Izan ere, lurzorua, neurri batean, biziaren sorkuntza da, biziaren eta ez-biziaren interakzio liluragarritik duela eon asko jaioa. Jatorrizko materialak elkarrekin nahasten ziren sumendiek korronteetan isurtzen zituzten neurrian, urek kontinente gaineko arroka soilen gainetik irristatzean granitorik gogorrena ere erosionatzen zuten neurrian, eta izotz ezpalek arroak zatitu eta banatzen zituzten neurrian. Orduan, izaki bizidunak beren magia sortzailea lantzen hasi ziren, eta, apurka-apurka, material geldo haiek lurzoru bihurtu ziren. Likenak—arroken lehenengo estalkia—, sekrezio azidoen bidez, desintegrazio-prozesuan lagundu zuten, eta bestelako biziarentzako ostatua prestatu. Goroldioek lurzoru soileko patrikatxoetan kokatu ziren, hain zuzen, birrindutako liken-zatiz, intsektu ñimiñoen oskolez eta itsasotik lurreratzen hasitako faunaren hondakinez osatutako lurzoruan.

Biziak ez zuen lurzorua bakarrik eratu, haren baitan egun existitzen diren aniztasun eta ugaritasun handiko beste izaki bizidun batzuk ere bai; hala izan ez balitz, lurzorua hila eta antzua litzateke. Lurzoruan dagoen organismo andanak, presentziaren eta jardueraren bidez, lurraren estalki berdeari sostengua emateko gai bilakatzen dute lurzorua.

Lurzorua etengabe aldatzen da, eta ez hasierarik ez amaierarik ez duten zikloetan parte hartzen du. Material berriak sortzen dira etengabe,

hala nola desintegratutako arroak, usteldutako materia organikoak eta zeruetatik euriarekin eroritako nitrogenoa eta beste gas batzuk. Aldi berean, beste material batzuk desagertzen dira, izaki bizidunek denbora batez erabiltzeko maileguan hartzen baitituzte.

Aldaketa kimiko txiki eta izugarri garrantzitsuak gertatzen dira etengabe, eta, horien bidez, airetik eta uretatik eratorritako elementuak landareek erabiltzeko moduko forma bilakatzen dira. Aldaketa horietan guztietan, organismo bizidunak eragile aktiboak dira.

Dena den, lurzoruko erresuma ilunetan ugaltzen diren populazioei buruzko azterlanak, erakargarrienetakoak, bazterrera utzita daude. Ezer gutxi dakigu lurzoruko organismoak bata bestearekin haien munduarekin eta goragoko munduarekin lotzen dituen hariaz.

Beharbada, organismo txikiak dira funtsezkoenak lurzorian, anfitrionik ikusezinak: bakterioak eta onddo filiformeak. Haien ugartasunari buruzko estatistikek kopuru astronomikoetan murgiltzen gaituzte berehala. Goialdeko lurzoruaren koilaratxokada batek mila milioi bakterio izan ditzake. Haien tamaina ñimiñoa bada ere, goigeruzako lurzoru emankorren akre bakar batean dauden bakterioen pisu osoa mila libra izan daiteke. Harizpi modura luzetara hazten diren *Streptomyces griseoviridis* onddoak bakterioak baino urrixeagoak dira; alabaina, handiagoak direnez, lurzoru kantitate jakin batean, pisu berdintsua har dezakete guztira. Alga izeneko zelula txiki berdeekin batera, lurzoruko landareen bizi mikroskopikoa osatzen dute.

Bakterio, onddo eta algak dira deskonposizioaren eragile nagusiak, eta landare- eta animalia-hondakinak osagai mineral bihurtzen dituzte. Lurzorian, airean eta ehun bizidunetan, karbono, nitrogeno eta antzeko elementu kimikoen mugimendu zikliko zabalak ez lirateke gertatuko mikrolandare horiek gabe. Nitrogenoa finkatzen duen bakteriorik gabe, adibidez, landareak nitrogeno-gosez hilko lirateke, nitrogenodun airez erabat inguratuta egon arren. Beste organismo batzuek karbono dioxidoa sortzen dute, zeinak, azido karbonikoak bezala, arroak desagiten laguntzen baitu. Dena dela, lurzoruko beste mikrobio batzuek hainbat oxidazio eta txikitze gauzatzen dituzte, eta, horien bidez, burdina, manganesoa, sufrea eta antzeko mineralak eraldatu egiten dira, eta landareentzat egoki bilakatu.

Akaro mikroskopikoak eta *Collembola* ordenako intsektu hegogabe primitiboak ere kopuru ikaragarrietan izaten dira. Txikiak

izan arren, paper garrantzitsua dute landare-hondakinen birrintzean, eta basoko zaborra lurzoru bihurtzeko prozesu geldoari laguntzen diote. Izaki ñimiño horietako batzuen lan-espezializazioa sinesgaitza da ia. Akaro-espezie batzuk, adibidez, izeiaren orratz erorien barruan bakarrik has daitezke bizitzen.

Han babestuta, orratzaren barneko ehunak digeritzen dituzte. Akaroek beren garapena osatzen dutenean, zelulen kanpoko geruza baino ez da geratzen. Urteroko hosto-erortzean, landare-material kantitate itzelari aurre egin behar izaten diote lurzoruko eta baso-lurreko intsektu txikiak batzuek; eginkizun harrigarria dute benetan. Hostoak beratu eta digeritzen dituzte, eta deskonposatutako materia gainaldeko lurzoruarekin nahasten laguntzen dute.

Etengabe saiatzen den izaki ñimiño andana horrez gainera, badaude, jakina, forma handiago asko, lurzoruko bizia bakterioetatik ugaztunetaraino baitoa. Batzuk azal azpiko geruza iluneko egoiliar finkoak dira; beste batzuek lurpeko geletan hibernatzen dute edo ematen dituzte bizi-zikloaren zati jakin batzuk; eta beste batzuk nahierara ibiltzen dira zulotik goiko mundura joan-etorrian. Oro har, lurzoruko bizi horren guztiaren ondorioa da hura aireztatzea eta biak hobetzea, bai haren drainatzea, bai landare-geruzetan zehar ura barneratzea.

Lurzoruko biztanle handi guztietatik garrantzitsuena, segur aski, lur-zizarea da. Duela hiru mende-laurden inguru, Charles Darwinek liburu bat argitaratu zuen: *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observations on Their Habits*. Lurzoruaren garraiorako agente geologiko gisa lur-zizareek duten funtsezko zereginari buruzko lehenengo azalpenak eman zizkion munduari liburu horretan; erakutsi zuen zizareek nola estaltzen zituzten gainazaleko arroak behetik gora ekarritako lurzoru mehe batez —kopurutan jarrita, urtean zizare-tona asko toki aproposenetako akre bakoitzeko—. Aldi berean, hosto eta belarretan dauden hainbat materia organiko (hogei libra inguru yarda koadroko, sei hilabetea) behera eramaten dituzte, habia edo zuloetara, eta lurzoruari gehitzen zaizkio. Darwinen kalkuluek erakutsi zuten lur-zizareen lanak lurzoru-geruza bat gehitu zezakeela; hamar urteko epean, hazbete batetik hazbete eta erdiko lodierara bitartean har zezakeen. Hori ez da, ezta gutxiago ere, haiek egin dezaketen guztia: zizareen gordelekuek lurzoria egurasten dute, ongi drainatuta mantentzen dute eta landare-sustraiak barneratzea

errazten dute. Zizareek lurzoruko bakterioen indar nitrifikatzailea areagotzen dute, eta lurzoruaren usteltzea gutxitzen dute. Materia organikoa zizareen digestio-hoditik pasatzen denean desegiten da, eta lurzorua aberastu egiten da haien iraitz-produktuekin.

Lurzoruko komunitate hori, orduan, elkarri lotutako bizien sarea da, bakoitza nolabait lotua besteekin; izaki bizidunak lurzoruaren mende daude, baina lurzorua, era berean, lurreko ezinbesteko elementua da, betiere komunitate horrek haren barruan arrakasta lortzen badu.

Hemen dagokigun arazoa ez da oso aintzakotzat hartu izan: zer gertatzen da lurzoruko biztanle ikaragarri ugari eta ezinbesteko horiekin haien mundura produktu kimiko pozoitsuak isurtzen direnean, nahiz zuzenean, «lurzoru-esterilizatzaile» gisa, nahiz kutsadura hilgarria jaso duen euriak ekarri eta soro, baratze eta basoko hosto-estalkian zehar filtratuta? Zentzuduna al da suposatzea uztak kaltetzen dituen intsektuaren larba-habiak akabatzeke, adibidez, espektro zabaleko intsektizida aplika dezakegula, materia organikoa desegiteko funtsezko zeregina duten intsektu «onak» ere akabatu gabe? Edo fungizida ez-espezifikoa erabil ditzakegula, zuhaitz askoren sustraietan elkarren onurarako eta lurzorutik elikagaiak ateratzen lagunduz bizi diren onddoak ere akabatu gabe?

Egia argi eta garbia da lurzoruaren ekologiari dagokionez biziki garrantzitsua den ikergai hau utzikieriaz tratatu izan dutela luzaro, baita zientzialariek ere, eta ia erabat alde batera utzi izan dutela intsektuen kontrolaz arduratzen direnek. Badirudi intsektuen kontrol kimikoa suposizio honetan oinarritu dela: lurzoruak pozoï bidezko edozein irain-kopuru jasan dezake zartada itzuli gabe. Lurzoruko munduaren benetako izaera bazter utzi da neurri handi batean.

Egin diren ikerketa gutxi horiek pixkanaka azaleratu dute pestizidek lurzorian duten ondorioaren irudia. Ez da harritzekoa ikerketak beti bat ez etortzea, gerta baitaiteke, lurzoru motak hain desberdinak izanik, batean kaltea egiten duenak bestean kalterik ez eragitea. Lurzoru zertxobait areatsuek askoz gehiago sufritzen dute humus motakoek baino. Badirudi produktu kimikoen konbinazioek aplikazio bereiziek baino kalte handiagoa egiten dutela. Ondorioak desberdinak izan arren, zientzialari askorengan ezinegon sortzeko beste ebidentzia sendo biltzen ari dira kalteari dagokionez.

Egoera jakin batzuetan, mundu bizidunaren bihotzean gertatzen diren bilakaera eta transformazio kimikoek eragina jasaten dute. Nitrogeno atmosferikoa landareentzat baliagarri egiten duen prozesua, nitrifikazioa, adibide bat da. 2,4-D herbizidak nitrifikazioa geldiarazten du denboraldi batez. Floridan egin berri dituzten esperimientuetan, lindanoak, heptakloroak eta hexaklorobentzenoak (BHC) lurzoruko nitrifikazioa gutxitu zuten bi astean soilik; eta BHCak eta DDTak ondorio kaltegarri esanguratsuak izan zituzten tratamendua egin eta urtebetera. Beste esperimentu batzuetan, BHCak, aldrinak, lindanoak, heptakloroak eta DDDak lekadunetan beharrezko sustrai-noduluak osatzea eragotzi zioten nitrogenoa finkatzen duen bakterioari. Onddoen eta landare handiagoen sustraian arteko harreman bitxi baina onuragarria hautsi egin zen.

Batzuetan, arazoak populazioen arteko oreka delikatua, urrunagoko helburuak lortzeko naturak baliatzen duen oreka, hausten du. Lurzoruko organismo batzuek sekulako hazkundera izan dute beste batzuk intsektiziden bidez urritu direnean, eta harrapari-harrapakin harremana eten egin da. Horrelako aldaketek aise alda dezakete lurzoruko aktibitate metabolikoa, eta haren produktibitateari eragin. Gerta daiteke, halaber, kaltegarriak izan daitezkeen zenbait organismok, lehenagotik kontrolpean jarrita zeudenek, jatorrizko kontrol horretatik ihes egitea, eta izurrite-egoera iristea.

Lurzoruan isuritako intsektizidei buruz gogoratu beharreko gauza garrantzitsuenetako bat da luze irauten dutela; iraupen hori ez da hilabetetan neurtzen, urtetan baizik. Aldrina lau urte geroago ere aurkitu izan dute, bai arrasto gisa, bai dieldrina bilakatuta (ugariago). Lurzoru areatsuetan, nahiko toxafeno aurkitu daiteke termitak akabatzeke aplikatu eta hamar urtera. Hexaklorobentzenoak hamaika hilabete irauten du gutxienez; heptakloroak edo deribatu kimiko toxikoagoek, gutxienez bederatzi. Klordanoa aurkitu izan da aplikatu eta hamabi urterada, jatorrizko kantitatearen ehuneko 15eko proportzioan.

Hainbat urtetan ustez neurritz aplikatutako intsektizidak egundoko kantitateetan metatu daitezke lurzoruan. Hidrokarburu kloratuak iraunkorrak eta iraupen luzekoak direnez, hurrengo aplikazioa gehitu egiten zaio aurreko aplikaziotik irauten duen kantitateari. «Akre bakoitzeko libra bat DDTk ez du kalterik egiten» dioen elezaharrak esanahia galtzen du ihinztatzeak errepikatzen badira. Akreko 15 libra

DDT baino gehiago zituzten patata-soroak aurkitu izan dira; 19 baino gehiago zituzten artasoroak ere bai. Ikertu zuten ahabia-basatza batek akreko 34,5 libra zituen. Sagastietako lurzoruak kutsadura-mailarik gorenera iritsi direla dirudi, metatutako DDTa urteko aplikazioaren parekoa baita ia. Sasoi bakar batean lau aldiz edo gehiago ihintzatutako baratzeetan, DDT-hondakinek gora egin dezakete 30-50 librara iritsi arte. Urteetan errepikatutako ihintzaduren ondorioz, zuhaitz-tarteetan 26-60 libra pilatzen dira akreko, eta 113 libratik gora zuhaitzen azpian.

Artsenikoak lurzoruaren kutsadura ia iraunkorraren adibide klasikoa eskaintzen digu. 1940ko hamarraldiaz geroztik, tabako-laboreak ihintzatzeko, artsenikoaren ordeztu, intsektizida organiko sintetikoak erabiltzen dira gehientsuenetan, baina, hala ere, Estatu Batuetako tabako-laboreetako tabakoarekin egindako zigarroek zuten artseniko-kantitatea ehuneko hirurehun baino gehiago hazi zen 1932tik eta 1952ra bitartean. Ondorengo ikerketa batzuek ehuneko seiehunetik gorako hazkundeak erakutsi dituzte. Henry S. Satterlee doktorearen esanean —arsenikoaren toxikologian aditua da—, intsektizida organikoek artsenikoa neurri handi batean ordezkatu badute ere, tabako-landareek lehengo pozoia jasotzen jarraitzen dute, tabako-laborantzako lurzoruak blai eginda baitaude orain pozoia astun eta disolbaezin samar baten hondakinekin: berun artseniatoa. Eta hala jarraituko dute artsenikoa disolbatu arte. Satterlee doktorearen hitzetan, tabako-sailetako lurzoru-proportzio handi bati «pozoitze metakora eta ia iraunkorra» jasanarazi zaio. Artseniko-edukiaren hazkundera ez da hainbestekoa izan Mediterraneo ekialdeko herrialdeetako tabako-laborantzan, han ez baitute erabili artsenikozko intsektizidarik.

Bigarren arazo bati egin behar diogu aurre, beraz. Lurzoruari gertatzen ari zaiona ez da kezka-iturri bakarra; geure buruari galdetu behar diogu zer neurritan xurgatzen diren intsektizidak lurzoru kutsatuetatik eta zer neurritan barneratzen diren landare-ehunetan. Lurzoru motaren, laborearen eta intsektizida mota eta kontzentrazioaren baitan dago asko. Materia organikotan aberatsa den lurzoruak beste batzuek baino pozoia kantitate txikiagoak askatzen ditu. Azenarioek intsektizida gehiago xurgatzen dute ikertutako beste edozein laborek baino; erabilitako produktua lindanoa bada, lurzoruaren presente dauden kontzentrazioak baino handiagoak metatzen dituzte azenarioek. Elikagai

jakin batzuk landatu aurretik lurzorua intsektiziden ikuspuntutik aztertzea beharrezkoa izan liteke etorkizunean. Bestalde, ihintzatuak izan ez diren laboreek ere xurga dezakete merkaturatzea debekatzeko beste intsektizida lurzorutik soilik.

Kutsatze mota horrek berak ere arazo amaigabeak sortu dizkio haurrentzako janariak prestatzen dituen fabrikatzaile handienetako bati, uko egin baitio intsektizida toxikoekin tratatutako fruta edo barazkiak erosteari. Hexaklorobentzenoak (BHC) sortu zion kezka gehien. Produktu hori landareen sustrai eta tuberkuluetatik sartzen da, eta lizun-usain eta -zaporeagatik nabaritzen da haren presentzia. Bi urte lehenago BHCa erabili zuten Kaliforniako sailtako batata-laboreek hondakinak zituzten, eta atzera bota behar izan ziren. Urte batean, Hego Carolinan kontratatu zuen etxe hark bere batata-eskari osoa, baina, kutsatutako akre-proporzioa hain altua zenez, konpainiak merkatu irekian erosi behar izan zuen batata azkenean, eta horrek galera ekonomiko handi samarra ekarri zion. Urte askoan, zenbait estatutan hazitako askotariko fruta eta barazkiei ezezkoa eman behar izan zieten. Kakahueteekin izan zituzten arazorik iraunkorrenak. Hegoaldeko estatuetan, kakahuetea kotoiarekin txandakatuta landatzen da, eta kotoi-soroetan hedatuki erabiltzen dute BHCa. Lurzoru horietan gero landatutako kakahueteek intsektizida kantitate itzelak jasotzen dituzte. Egia esan, apur bat nahikoa da lizun-usain eta -zapore salatara bereganatzeko. Produktu kimikoa kakahuete alean barneratzen da, eta ezin da kendu. Prozesatuz gero, lizuna kendu barik, areagotu egiten zaio batzuetan. BHC-hondakinak baztertzea erabakia duen fabrikatzaileari geratzen zaion aukera bakarra da produktu kimiko horrekin tratatutako produktua edo harekin kutsatutako lurzoruetan landatutakoa ez onartzea.

Batzuetan, mehatxua laborean bertan dago —intsektizidaren kutsadurak lurzoruan irauten duen beste irauten du mehatxuak—. Intsektizida batzuek babarrunei, gariari, garagarrari, zekaleei edo antzeko landare sentikorrei eragiten diete; sustraien garapena atzeratu edo landareñoen hazkundera apaltzen dute. Washington eta Idahon lupulu-laborantzan ari direnen eskarmentua horren adibide da. 1955eko udaberrian, laborari horietako askok eskala handiko programa bati ekin zioten marrubi-zainetako gurgurioa kontrolatzeko, haren larbak asko ugaltu baitziren lupuluen zainetan. Nekazaritzako adituen eta intsektizida-ekoizleen gomendioei jarraituz, heptakloroa

aukeratu zuten kontrol-agente gisa. Heptakloroa aplikatu eta hurrengo urtean, mahatsondoak ihartzen eta hiltzen ari ziren tratatutako soroetan. Tratatu ez zituzten soroetan, ez zegoen arazorik, tratatutako eta tratatu gabeko soroen arteko mugan geratu zen kaltea. Dirutza xahutu zuten muinoak birlandatzen, baina, hurrengo urtean, sustrai berriak ere hilik aurkitu zituzten. Lau urte geroago, lurzoruak heptakloroa zuen artean, eta zientzialariak ez ziren gai pozoituta zenbat denbora jarraituko zuen iragartzeko edo egoera zuzentzeko prozeduraren bat gomendatzeko. Nekazaritzako Departamentu Federalak, harrigarria badirudi ere, 1959ko martxoan artean, esaten zuen heptakloroa egokia zela lurzorua tratatzeko, eta atzerapen handiz egin zuen atzera gomendio horretan. Bitartean, lupulu-hazleek epaitegietara jo zuten kalte-ordainen eske.

Pestizidak oraindik ere erabiltzen direnez, eta hondakin ia suntsiezinak lurzoruan metatzen jarraitzen dutenez, ia segurua da esatea arazo gehiago etorriko direla. Lurzoruaaren ekologiak eztabaidatzeko 1960an Syracuseko Unibertsitatean elkartu zen aditu taldea bat zetorren horretan. Produktu kimikoak, erradiazioa eta horrelako «tresna indartsu eta gutxi ezagutuak» erabiltzearen arriskuak honela laburbildu zituzten aditu horiek:

Gizakiaren zapasalto gutxi batzuek eragin dezakete lurzoruaaren produktibitatea suntsitzea eta artropodoek bere horretan jarraitzea.

6. kapitulua

Lurraren estalki berdea

Urak, lurzoruak eta lurraren landare-estalki berdeak osatzen dute lurreko animalien biziari eusten dion mundua. Gizaki modernoak gutxitan izaten du hori gogoan, baina kontua da gizakia ez litzatekeela existituko Eguzkiaren energiaz baliatu eta oinarritzko elikagaiak fabrikatzen dituzten landareak existituko ez balira. Landareekin dugun jarrera bereziki mugatua da. Landare bati berehalako erabilgarritasuna ikusten badiogu, sustatu egiten dugu. Zerbaitegatik haren presentzia gogoko ez badugu, edo, besterik gabe, axola ez bazaigu, suntsitzera kondenatzen dugu berehala. Gizakiarentzat edo haren aziendarentzat pozoitsuak diren landareez eta jatekotzat sailkatuak ez ditugunez gain, beste landare asko ere suntsitzera kondenatuta daude, gure ikuspegi mugatuaren arabera une desegokian toki desegokian zeudelako. Beste asko suntsitu egiten ditugu, gogoko ez ditugun landareekin lotuta suertatzen direlako soilik.

Lurreko landareak bizi-sarearen zati dira, eta, sare horretan, harreman estuak eta oinarritzkoak daude landareen eta lurraren artean, landare batzuen eta besteen artean, eta landareen eta animalien artean. Batzuetan lotura horiek nahaspilatu beste aukerarik ez dugu, baina hain ohartuki egiten dugu, horren jakitun, ezen egindako horrek urrutirako ondorioak izan baititzake denborari eta tokiari dagokienez. Baina horrelako apaltasunik ez du goraka doan «belar-hiltzaileen» negozioak; kasu horretan, salmenten hazkundeak eta erabileren hedadurak markatzen du produktu kimiko horien produkzioa.

Paisaiari makilaka itsu-itsu aritze horren adibide tragikoenetako bat mendebaldeko zuhaixketan ikus dezakegu; kanpaina zabal bat abian jarri dute han, zuhaixkak suntsitu eta larreez ordezkatzeko. Inoiz izan baldin bada historiaren zentzua eta paisaiaren esanahia ulertzeko argitu beharreko ekimenen bat, horixe da. Mendebaldeko paisaia naturalak

argi hitz egiten baitigu hura sortu duten indarren arteko interakzioaz. Eskuartean zabalik dugun liburu baten orrialdeetan bezala irakur dezakegu han zergatik den lurra den bezalakoa, eta zergatik zaindu behar dugun haren osotasuna. Baina orrialdeek irakurri gabe jarraitzen dute.

Zuhaixken eremua mendebaldeko goi-lautadetako eta haien gainetik altxatzen diren mendi-hegaletako eremua da, duela milioika urte Mendi Harritsuen sistemaren tolesturatik jaiotako lurra. Muturreko klima gogorra duen lurra da: negu luzeak izaten dira han, bisutsa mendietatik behera jaisten da, eta elurra gogotik botatzen du lautadetan; udak, berriz, beroak izaten dira, eta oso tarteka erortzen den euriak berotasuna zertxobait arintzen du; lurzorua idortzen duten lehorteak izaten dira, gainera, eta hosto eta enborretako hezetasuna lapurtzen duten haize lehorrak ibiltzen dira.

Paisaiak eboluzionatu zuen heinean, proba-erroreez osatutako aldi luze bat izango zen, eta landareak lur garai eta haizetsu hura kolonizatzen saiatuko ziren. Saio batek bestearen atzetik huts egingo zuen. Azkenean, landare talde bat garatu zen, bizirik irauteko beharrezko ezaugarri guztiak bateratzen zituen. Zuhaixkak—txikiak eta sarriak—mendi-hegaletan eta lautadetan kokatu ziren, eta hosto txiki grisen artean nahikoa hezetasun gorde zuten haizete bortitzei aurre egiteko. Ez zen ustekabea izan, naturak urteetan egindako saiakeren ondorioa baizik, eta mendebaldeko lautada zabalak zuhaixken lurralde bilakatu ziren.

Landareekin batera, animaliek ere lurraren eskakizunekin harmonian eboluzionatu zuten. Garai batean, bazeuden bi haien habitatera, zuhaixkak bezala, ezin hobeto egokituak. Bata ugaztuna zen: antilope amerikar (*Antilocapra americana*) azkar eta liraina. Bestea hegaztia zen: artemisia-oilarra (*Centrocercus urophasianus*) edo Lewis eta Clark-en «lautadetako oilarra».

Artemisiak eta oilarrak bata bestearentzat eginak dirudite. Hegaztiaren jatorrizko bizi-eremua bat zetorren zuhaixka horien bizi-eremuarekin, eta artemisia-sailak urritu zirenean, berdin gutxitu zen oilarren populazioa ere. Lautadetako hegazti horientzat, zuhaixka horiek guztia dira. Mendi-hegaleko zuhaixka txiki horiek hegaztien habiak eta kumeak babesten dituzte; eta garapen sarriak pausaleku eta nagikeriarako eremuak dira; artemisiak oinarrizko elikagaiez hornitzen

du oilarra une oro. Bi noranzkoko harremana da ordea. Artemisia-oilarren gorteiatze ikusgarriak zuhaixken azpiko eta inguruko lurzorua askatzen laguntzen du, eta zuhaixken aterpean hazten diren belarren inbasioa faboratu.

Antilopeak ere bere bizitza artemisiarenera egokitu du. Lautadako animaliak dira nagusiki, eta, uda mendietan pasatu ondoren, neguan, lehenengo elurteak hasten direnean, behera jaisten dira, altuera txikiagoetara. Neguko larrialdietatik aterako dituen janaria ematen die han artemisiak. Beste landare guztiek hostoak galtzen dituztenean, artemisiak hostoak izaten jarraitzen du; hosto berde-grisak (mikatzak, usaintsuak; proteina, gantz eta beharrezko mineraletan aberatsak) izaten ditu landare trinko eta sarri horren enborrari itsatsita. Elurra pilatzen den arren, artemisiaren goialdeak agerian jarraitzen du, edo antilopearen apatx zorrotzak hel daitezke hara. Artemisia-oilarrak ere handik elikatzen dira orduan; haizeak jotako arroka-ertzetan aurkitutakoa edo antilopeari jarraituz haiek elurrez garbitutakoa jaten dute.

Eta beste izaki batek ere artemisiari begiratzen dio. Mando-oreinak (*Odocoileus hemionus*) maiz jaten du hartatik. Zuhaixka horiei esker bizirauten du neguan larrean bazkatzen den ganaduak. Neguan, erabat zuhaixkaz osatutako larreetan bazkatzen dira ardiak askotan. Urte-erdiz zuhaixka horiek dira haien bazka nagusia, alpapa-belar onduak berak baino balio energetiko handiagoa baitu artemisiak.

Goi-lautada mikatzek, artemisia-hondakin purpurek, antilope azkar eta basatiek eta artemisia-oilarrak oreka perfektuan dagoen sistema naturala osatzen dute. Hala ote? Aditza aldatu beharra dago, eremu jada zabal eta landu horiei dagokienez bederen, gizakia naturaren bidea hobetzen saiatzen ari baita han. Aurrerapenaren izenean, lurra kudeatzeko agentziek abeltzainen larre-eskari aseeginak betetzeari ekin diote. Larreak eskatzen dituzte, zuhaixkarik gabeko belardiak. Hala, belarra artemisiarekin batera eta haren babesean hazteari naturak egoki iritzi dion lur horretan, zuhaixkak kentzea eta tairik gabeko larrea sortzea proposatzen da orain. Gutxik galdetu diote, nonbait, bere buruari larreak xede egonkor eta orekatuak ote diren eskualde horretan. Naturaren beraren erantzuna bestelakoa da, jakina. Lurralde horretan gutxitan egiten du euria, eta urteko prezipitazio kantitate ez da nahikoa belardi ongi zohizatua mantentzeko; mesede gehiago egiten dio zuhaixken babesean hazten den belar multzo iraunkorrari.

Alabaina, artemisia errotik kentzeko programa abian izan da zenbait urtez. Gobernu-agentzia batzuk horretan ari dira; industriak gogo biziz egin du bat merkatu zabalak sortzen dituen enpresa bat bultzatu eta sustatzeko; belar-hazien merkatua soilik ez, goldatu, erein eta segatzeko era askotako makinaren merkatua ere zabaltzen du enpresa horrek. Ihinzadura kimikoen erabilera da arma horiei gehitu zaien azkena. Urtero, milioika akre artemisia-sail ihinztatzen dira orain.

Zer emaitza dakartza horrek? Zuhaixkak kendu eta belarra ereiteak izan ditzakeen ondorioak hipotetikoak dira oso. Lurraren prozedurei buruzko esperientzia handia dutenen arabera, eskualde horretan, belarra hobeto hazten da zuhaixken artean eta azpian bere kasa baino; hots, nekezago hazten da hezetasuna mantentzen duen artemisia desagertu den tokietan.

Nolanahi ere, programa, berehalako helburuari dagokionez, arrakastatsua den arren, argi dago biziaren ehun trinkoa urratu egin dela. Antilopea eta artemisia-oilarra artemisiarekin batera desagertuko dira. Mando-oreinak ere sufrituko du, eta lurra pobretu egingo da basaizakien suntsiketagatik. Ustezko onuraduna den ganaduak ere sufrituko du; udako belar berde sarririk ez dago ardi goseari neguko ekaitzetan laguntzeko, hain zuzen, artemisien, sastraka mikatzen eta lautadetako beste basalandareen faltagatik.

Horiek dira begi-bistako lehen ondorioak. Bigarrenak naturara hurbiltzeko modu bortitzarekin du zerikusia: helburu ez ziren beste landare asko ere eliminatzen ditu ihinztatzeak. William O. Douglas epaileak, *My Wilderness: East to Katahdin* liburu argitaratu berrian, ekologiaren suntsiketaren adibide ikaragarri bat aipatzen du, Estatu Batuetako Basozaintza Zerbitzuak Wyomingeko Bridger baso nazionallean eginikoa. Zerbitzu horrek 10.000 akre inguru artemisia-sail ihinztatu zituen larre gehiago eskatzen zituzten ganaduzaleen presioen aurrean amore emanda. Artemisia akabatu zuten, nahi zuten bezala. Baina lautada horietan erreken sigi-sagei jarraiki lerrokatzen ziren sahats osasungarri eta berdeak ere desagertu ziren. Altzea bizi zen sahasti horietan, artemisia antilopearentzat bezain garrantzitsua baita sahatsa altzearentzat. Kastorea ere han bizi zen, sahatsetatik janaria lortuz, haiek lurrera botaz eta errekastean zehar presa sendoak eginez. Kastoreen lanari esker, aintzira bat sortu zen. Mendiko errekastotako amuarrairak gutxitan izaten ziren sei hazbetetik gorakoak, baina,

aintziran, harrigarriki, izugarri hazi ziren, eta bost libra pisatzera iritsi ziren. Hegazti akuatikoak ere erakarri zituen aintzirak. Sahatsak eta haien mende bizi ziren kastoreak zirela eta, eskualdea aisia-eremu erakargarria zen, nahikoa arrantza eta ehiza baitzen han.

Baina, Basozaintza Zerbitzuak ezarritako «hobekuntzekin», sahatsak artemisien bide beretik joan ziren, ihintzadura inpartzial berarekin akabatu zituzten, alegia. Douglas epaileak 1959an bisitatu zituen inguruak, ihintzatu zituzten urtean, eta txundituta gelditu zen «kalte zabal sinestezina» ikusi zuenean; sahatsak zimelduta eta hilzorian zeuden. Zer gertatuko ote zitzairen altzei? Kastoreei eta haiek eraiki zuten mundutxoari? Urtebete geroago, paisaia suntsituan erantzunak irakurtzera itzuli zen. Altzea joana zen, eta kastorea ere bai. Dike nagusia behera etorri zen arkitekto iaio horien zaintzaren faltan, eta aintzira hustu egin zen. Amuarrain handi horietako bakar bat ere ez zegoen. Bakar batek ere ezin izan zuen bizirik iraun itzalik gabeko lur kiskali eta biluzia zeharkatzen zuen latsa estuan. Mundu biziduna txikituta zegoen.

Urtero ihintzatzen diren abeltzaintzako lau milioi akre lur horiez gainera, bestelako zenbait lur-eremu oso zabalek ere belar txarrak kontrolatzeko tratamendu kimikoak hartzen dituzte, edo hartzaile potentzialak dira. Adibidez, Ingalaterra Berri osoa baino handiagoa den eremu bat —50 milioi akre inguru— zerbitzu publikoetako erakundeek kudeatzen dute, eta tratamendu bat jasotzen du «sasitzak kontrolatzeko». Hego-mendebaldean, 75 milioi akre mesките-sorok kudeaketa-modu ezberdinak behar dituzte, eta ihintzatze kimikoa da aktiboki gehien sustatzen den metodoa. Zuretarako lurren azalera zehaztu gabe baina oso handi bat hegazkinez ihintzatzen dute orain, koniferen egur gogor ihintzadurekiko erresistenteenetik «belar txarrak kentzeko». Nekazaritzako lurren herbizida-tratamenduak bikoiztu egin ziren 1950eko hamarraldian, eta 53 milioi akrera iritsi ziren 1959an. Eta orain tratatzen diren belardi pribatu, parke eta golf-zelaietako akre guztien baturak zenbateko astronomikoa eman behar du.

Belar-hiltzaile kimikoak jostailu berri distiratsuak dira. Modu ikusgarrian egiten dute lan; naturarekiko botere-sentipen txundigarria ematen diete baliatzen dituztenei. Epe luzerako eta begi-bistako ondorioak, berriz, aise uzten dira alde batera, ezkorren asmaketa funsgabekoak balira bezala. «Nekazaritza-ingeniariek» axolagabeki

hitz egiten dute «goldatze kimikoaz», gure munduan golde-muturrak ihinztatze-pistola bilakatzea premiazkoa delakoan. Milaka udalerritako hiri-agintariek arreta jartzen diete diruaren truke bide-ertzak sasiz garbituko dituzten produktu kimikoen saltzaileei eta kontratista baikorrei. Belarra moztea baino merkeago dela aldarrikatzen dute. Hala jasotzen da, beharbada, liburu ofizialetako zenbaki-zutabe txukunetan. Benetako kostua —dolarretan nahiz aintzat hartu behar genituzkeen beste kantitate haiek bezain baliotsu batzuetan— erregistratzen denean, ordea, ikusiko da produktu kimikoen hedadura askoz garestiago dela, bai dolarretan, bai lurraren osasunari eta haren beharra duten interes ugarietarako eginiko kalte amaigabeen.

Har dezagun, adibide moduan, edozein lurraldetako merkataritza-ganberak zenbatetsitako salgai bat: oporretan dauden turisten borondate ona. Badago etengabe indartzen ari den protesta haserre korronte bat, garai batean ederrak izan ziren errepide-bazterren itxuragabetzearen kontrakoa. Sprayek garoaren eta bertako zuhaixka basalorez edo alez hornituen edertasuna suntsitu dute, eta landaretza arre eta zimela hedatu da.

«Gure bide-bazterretan, nahaspila zikin, arre, hil-itxurakoa egiten ari gara», idatzi zuen egunkarian Ingalaterra Berriko emakume batek haserre. «Turistek beste zerbait itxaroten dute, paisaia zoragarria iragartzeko gastatzen ari garen dirutza gastatu eta gero».

1960ko udan, estatu askotako kontserbazionistak Maineko uharte baketsu batean bildu ziren, haren jabeak, Millicent Todd Bingham-ek, Audubon Elkarte Nazionalari egingo zion aurkezpenaren lekuko izateko. Egun hartako xedea zen paisaia naturala eta biziaren sare korapilatsua, mikrobioetatik gizakirainoko hariek osatutako sare korapilatsua, babestea. Baina uhartera joandako bisitarien arteko elkarrizketa guztiei sumindura zerien, zeharkatu zituzten bideetan ikusitako hondamena zela eta. Garai batean, gozamina zen baso beti berde haietan zehar, bai az eta iratzez, haltzez eta masustaz jositako bide haietan barrena, ibiltzea. Soiltasun arre bilakatua zegoen guztia. Kontserbazionistetakoa batek hau idatzi zuen Maineko uharte hartara egindako abuztuko erromesaldi hartaz:

«Itzuli nintzen... Maineko bide-ertzetako profanazioarekin haserre. Aurreko urteetan basalorez eta zuhaixka dotorez estalita zeuden autobide-ertzetan, landare hilen orbanak baino ez genituen

aurkitu, miliatan eta miliatan zehar... Alderdi ekonomikoari dagokionez, Mainek aurre egin al diezaioke halako ikuskizunak dakarren turismo-galerari?»

Maineko bide-ertzetakoa adibide bat baino ez da, baina bereziki tristea estatu horretako edertasuna biziki maite dugunontzat, nazio osoko bide-ertzetako sasitzak kontrolatzearen izenean egiten ari diren hondamendi zentzugabeaz kezkatuta gaudenontzat.

Connecticuteko arboretumeko botanikariek adierazi dutenez, jatorrizko zuhaixka eta basoko lore ederren eliminazioak «bide-ertzen krisialdi» baten proportzioa hartu du. Azaleak, erramu amerikarrak, ahabiak, masustak, marmaratilak, zuhandorrak, *Myrica*, *Comptonia peregrina* iratzekak, *Amelanchier stolonifera*, *Ilex verticillata*, *Prunus virginiana* eta *Prunus americana* hiltzen ari dira bonbardaketa kimikoaren aurretik. Gauza bera gertatzen ari da paisaiari dotorezia eta edertasuna ematen dioten beste espezie batzuekin: bitxiloreak, *Rudbeckia*, *Daucus carota*, urrezko makilak eta *Asterak*.

Ihinzadura desegokiro planifikatua izateaz gain, horrelako neurrigabekeriez josita dago. Hegoaldeko Ingalaterra Berriko hiri batean, kontratista bati, zeregina amaitutakoan, soberakin kimiko batzuk geratzen zitzaizkion deposituan. Ihinzatzea galarazita zegoen baso bateko bide-ertzean hustu zuen. Horren ondorioz, udazkenean errepideetan izaten zen urdinez eta urrez tindatutako edertasuna galdu zen. Horren aurretik, aster loreek eta urrezko makilek sortzen zuten paisaia ikusteko, merezi zuen urrun joatea. Ingalaterra Berriko beste herri batean, kontratista batek hiri-ihinzaduretarako estatu-klausula aldatu zituen, errepide-saila jakinaren gainean ez zegoela, eta bide-ertzeko landareak zortzi oineko altuerara ihinzatu zituen, zehaztutako altuera maximoa lau oin izan arren. Bide zabal, itsustu, arre bat utzi zuen. Massachusettseko herri batean, funtzionarioek belar-hiltzaile bat erosi zioten saltzaile sutsu bati, artsenikoa zeukala jakin gabe. Arsenikoz pozoitutako dozenaka behiren heriotza izan zen bide-ertzen ihinzaduraren ondorioetako bat.

Connecticuteko arboretumeko zuhaitzak larri kaltetu ziren 1957an, Waterford hiriak belar-hiltzaile kimikoeekin bide-ertzak ihinzatu zituenean. Zuzenean ihinzatu ez zituzten zuhaitz handi batzuk ere kaltetu ziren. Haritzen hostoak kiribiltzen eta arretzen hasi ziren, udaberria eta hazteko garaia zen arren. Gero, kimu berriak ernetzen

hasi ziren, eta ezohiko arintasunez hazi ziren; itxura negartia eman zien horrek zuhaitzei. Bi urtaro geroago, zuhaitz horietako adar handi batzuk hilik zeuden; beste batzuk, hostorik gabe eta desitxuratuta; eta zuhaitz guztien itxura negartiak hor jarraitzen zuen.

Ondo ezagutzen dudan errepede-tarte batean, naturaren paisaiak berak haltz, marmaratila, iratze eta ipuruz hornitu zituen ertzak, eta lore distiratsuen edo udazkeneko fruitu-mordoen kolore-tonu aldakorrek izaten ziren, urte-sasoia ren arabera. Errepidean ez zen zirkulazio handirik izaten, eta bihurgune edo bidegurutze itxi gutxi zeuden; beraz, sastrakek ez zieten ikusmena galarazten gidariei. Baina ihinztatzaileek esku hartu zuten, eta errepede horretako milia asko azkar igarotzeko zerbait bilakatu ziren, gure teknikariei egiten utzi diegun mundu antzu eta beldurgarriari buruzko pentsamenduei sarbidea itxita jasan beharreko ikuskizuna zen. Baina, hemen eta han, agintariak zalantza egin zuten nolabait, eta, oker adigaitz bat zela medio, edertasun-oasiak zeuden kontrol latz eta hertsiki arautuaren erdian, errepedearen zatirik handienaren profanazioa eramanezina egiten zuten oasiak. Halako tokietan, nire espirituak goraka egiten du, hirusta zuri piloan edo zalke ubelaren hodeien ikusmiran, han-hemenkako *Lilium philadelphicum* espezieko zitoren baten korola argitsuaren aurrean begiak iltzatuta.

Produktu kimikoak saldu edo aplikatzearekin negozioa egiten dutenentzat soilik dira «belar gaizto» horrelako landareak. Belar txarren kontrolari buruzko hitzaldiak ohikoak dira gaur egun, eta horietako baten prozeduren liburuan (*Proceedings*) belar-hiltzaileen filosofiari buruzko adierazpen berezi bat irakurri nuen behin. Landare onak akabatzea defendatzen zuen egileak, «okerreko lagunekin zeudelako». Bide-ertzetako basaloreak akabatzearekin kexu diren horiek antibibisekzionistak gogorarazten zizkiotela esan zuen; «ekintzen arabera epaitzekotan, kale-txakur baten bizia sakratuagoa da haienentzat haurren bizia baino».

Paper horren egilearentzat, gutako asko susmagarriak gara, dudarik gabe, izaeraren perbertsio sakon baten gatuak, zalkearen, hirustaren eta *Lilium philadelphicum* zitorenaren edertasun delikatu eta behin-behinekoaren ikuspegia nahiago dugulako suak kiskalitako itxura duten errepede-bazterrek eta zuhaixka arre eta hauskorrek baino, garai batean bere itxura farfaila harro zabaltzen zuen iratze orain zuritua eta makurtua baino. Belar «gaizto» horien ikuskizuna jasan dezakegunez,

haien suntsiketak pozten ez gaituenez, natura alproja horren gainetik beste behin garaile irten den pertsonaren poztasunarekin bat egiten ez dugunez, ahul deitoragarriak irudituko gatzaizkio.

Douglas epaileak kontatzen du nekazari federalen bilera batean izan zela; bilera hartan, kapitulu honetan lehenago aipatu ditugun artemisia ihinzatzeko planen aurka hiritarrek egindako protestei buruz eztabaidatu zuten nekazariak, eta hango berri ematen du epaileak. Gizon haiei barregarria iruditzen zitzairen oso adineko emakume bat planaren aurka agertzea basaloreak suntsituko zirela eta.

«Alabaina, emakume hark ez al zuen, bada, ganaduzaleek belarra aurkitzeko edo egurgileek zuhaitzera igotzeko duten beste eskubide besterenezin zitori bat aurkitzeko?», galdetzen du epaile bihozbera eta argiak. Paraje basatien balio estetikoa gure ondarea da, gure muinoetako kobre- eta urre-zainak eta gure mendietako basoak bezala.

Gure bide-ertzetako landareak babesteko nahi horretan, ardura estetikoak baino zerbait gehiago dago, jakina. Naturaren ekonomian, landaretza naturalak funtsezko tokia du. Landa-bideen alboetako eta soroen arteko mugetako landare-hesiek janaria, aterpea eta habia egiteko tokia eskaintzen diete hegaztiei, eta etxea, animalia txiki askori. Ekialdeko estatuetan bakarrik hazten diren bide-ertzeko hirurogeita hamar bat zuhaixka- eta aihen-espezieetatik hirurogeita bost inguru garrantzitsuak dira basabiziarentzat, janaria izateko.

Horrelako landareak basarleen eta beste intsektu polinizatzaile batzuen habitata dira. Gizakiak uste baino mendekotasun handiago du basapolinizatzaile horiekiko. Nekazariak berak gutxitan jabetzen dira basarleak duen balioaz, eta maiz parte hartzen dute haren zerbitzuak lapurtuko dizkieten neurri horietan. Laborantza-uzta batzuk eta basalandare asko bertako intsektu polinizatzaileen zerbitzuen mendeko dira, neurri batean edo erabat. Basarleen ehunka espeziek hartzen dute parte uzta landuen polinizazioan (100 espezie ibiltzen dira alpapa-loreak bisitatzen bakarrik). Intsektuen polinizaziorik gabe, lurzoruari eusten dioten eta hura aberasten duten eremu ez-landuetako landararik gehienak hilko lirateke, eta garrantzi handiko ondorioak ekarriko lizkioke horrek eskualde osoko ekologiari. Baso eta larreetako belar, zuhaixka eta zuhaitzek bertako intsektuen beharra dute ugaltzeko; landare horiek gabe, basanimalia eta larre-ganadu askok janari gutxi aurkituko lukete. Laborantza garbia eta landare-

hesien eta belar gaiztoen suntsiketa kimikoak intsektu polinizatzaile horien santutegiak ezabatzen ari dira orain, eta bizia biziarekin lotzen duten hariak eteten.

Intsektu horiek —horren funtsezkoak gure nekazaritzan eta, jakina, gaur egun ezagutzen dugun pasaian— habitataren zentzurik gabeko suntsiketa baino zerbait hobea merezi dute gugandik. Erle arruntek eta basaerleek urrezko makilen, ziapeen, txikoria-belarren eta antzeko «belar gaiztoen» behar handia dute polena, kumeen janaria, lortzeko. Zalkea udaberriko funtsezko bazka da erleentzat, alpapa loratu aurretik, eta, urtaro goiztiar horretan, larrialditik ateratzen ditu, alpapa polinizatzeko prest egon daitezten. Udazkenean, beste janaririk eskura ez dagoenean, urrezko makilaren beharra dute, negurako hornitzeko. Denboraren kontrol zehatza eta delikatuia du naturak, eta, horren arabera, egun berean gertatzen dira basaerle-espezieak agertzea eta sahats-loreak irekitzea. Ez dira gutxi gauza horiek ulertzen dituzten gizakiak, baina ez dute horiek agintzen produktu kimikoekin pasaia blaitzea.

Eta non daude basabizia babesteko habitat egokiaren balioa ustez ulertzen duten gizon-emakumeak? Haietako asko herbizidak defendatzen aurkituko ditugu, basabiziarentzat kaltegarri ez direlakoan, pentsatzen baitute ez direla intsektizidak bezain toxikoak. Haien esanean, beraz, ez dute kalterik egiten. Baina herbizidak baso eta soroetan, zingira eta larreetan erortzen direnez, aldaketa nabarmenak eta suntsiketa iraunkorra ere ekartzen dizkiote basabiziaren habitadari. Epe luzera, basabiziaren etxea eta janaria suntsitzea okerragoa da, beharbada, basabizia bera zuzenean akabatzea baino.

Bide-ertz eta bide-zorren aurkako erabateko eraso kimiko horien ironia bikoitza da. Alde batetik, konpondu nahi den arazoa betikotzen dute —lehen ironia—, esperientziak argi erakutsi duen bezala, herbiziden orotarako aplikazioak ez baitu betiko kontrolatzen bide-ertzetako «sasitza», eta ihintzatzea urtez urte errepikatu behar baita. Bestetik, landareak epe luzera kontrolatzea eta landare mota gehienetan ihintzadura ez errepikatzea lor dezakeen ihintzadura «selektibo»rako metodo egokia ezagutzen dugun arren, horretan jarraitzen dugu —bigarren ironia—.

Bide eta bide-zorretako sasitza kontrolatzearen helburua ez da lurretik belarra izan ezik beste guztia kentzea, baizik eta gidarien

ikusmena oztopatzeke beste hazi diren edo bide-zorretako alanbreekin nahasten diren landareak eliminatzea. Gehienetan, zuhaitzak izaten dira. Zuhaixkarik gehienak txikiak dira arriskurik sortzeko, baita garoak eta basaloreak ere.

Ihinzadura selektiboa Frank Egler doktoreak garatu zuen, Amerikako Historia Naturalaren Museoan bide-zorretako sasitzak kontrolatzeko gomendioen batzordeko zuzendari izan zen urteetan. Naturak berezkoa duen egonkortasunaz ongi baliatu zen, eta zuhaixka-komunitate gehienek zuhaitzen inbasioari sendo eusten diotela hartu zuen oinarritzat. Aurreko egoerarekin alderatuta, zuhaitz-haziek aise inbaditzen dituzte larreak. Ihinzadura selektiboaren helburua ez da bide-ertzetan eta bide-zorretan belarra sorraraztea, zurezko landare luzeak zuzeneko tratamenduaren bidez eliminatzea eta gainerako landare guztiak gordetzea baizik. Tratamendu bakarra nahikoa izan liteke; agian, beste behin errepikatu beharko da espezie bereziki iraunkorrenzat. Horren ondoren, zuhaixkek kontrolari eutsiko diote, eta zuhaitzak ez dira itzuliko. Landareak kontrolatzeko modurik onena eta merkeena ez dira produktu kimikoak, beste landareak baizik.

Estatu Batuetako mendebalde osoan barreiaturiko ikerketa-eremuetan probatu izan dute metodoa. Emaitez erakusten dutenez, behin egoki tratatuta, eremua egonkortua geratzen da, eta, gutxienez hogeit urtean, ez da izaten berriro ihintzatu beharrik. Ihinzadura oinez egin daiteke maiz, bizkarreko ihinztigailuak erabiliz eta materiala erabat kontrolatuz. Batzuetan, konpresore-ponpak eta materiala kamioira igo daitezke, baina ihinzadura orokorrik egin gabe. Tratamendua zuhaitzetara zuzentzen da soilik, eta, salbuespenez, eliminatu behar diren zuhaixka luzeetara. Horren bitartez, ingurumenaren osotasuna babesten da, basabiziaren balio eskergak bere horretan irauten du, eta ez dago zertan sakrifikatu zuhaixken eta iratzearen eta basaloreen edertasuna.

Leku askotan hasi dira landareak ihinzadura selektiboaren bidez kudeatzeko sistema erabiltzen. Kasu gehienetan, ordea, zaila da errotutako ohitura aldatzen, eta ihinzadura orokorrak gora egiten jarraitzen du, zergadunen kontura egiten den urteko gastua justifikatzeko, eta biziaren sare ekologikoari kalte egiteko. Gertaerak ezagutzen ez direlako egiten du gora, segur aski. Zergadunek ulertzen dutenean hiriko errepideak ihinztatzeagatik ordaintzen duten faktura

urtean behin ordaindu ordeztu behaunaldian behin ordaindu behar luketela, altxa, eta metodo-aldaketa eskatuko dute, segur aski.

Ihinzadura selektiboaren abantaila ugarien artean, paisaia aplikaturiko produktu kimikoen kantitatea minimizatzea dago. Material-barreiadurarik ez dago; are gehiago, aplikazioa zuhaitz azpian kontzentratzen da. Basabiziari eragin diezaiokeen kaltea minimoan mantentzen da beraz.

2,4-D eta 2,4,5-T herbizidak eta horiekin lotutako konposatuak erabiltzen dira gehien. Benetan toxikoak diren ala ez eztabaidagarria da. Belardiak 2,4-D herbizidarekin ihinzatzen ari zela busti den jendeak, noizean behin, neuritis larria garatu izan du, eta, inoiz, paralisia ere bai. Horrelako jazoerak itxuraz ohiz kanpokoak diren arren, konposatu horiek kontuz erabiltzea aholkatzen dute sendagile adituek. Beste arrisku ilunago batzuk ere lot dakizkioke 2,4-D herbizidaren erabilerari. Esperimentuek erakutsi dutenez, zelulen oinarritzko arnasketa-prozesu fisiologikoan arazoak sortzen ditu, eta, X izpiek bezala, kromosomak kaltetzen ditu. Egin berri diren ikerlan batzuen arabera, herbizida horiek eta beste batzuek ondorio kaltegarriak ekar diezazkioke hegaztien ugalketari, nahiz eta heriotza eragiten duten kantitateak baino askoz txikiagoak izan.

Ondorio toxiko zuzen batzuez gain, beste zehar-ondorio bitxi batzuk ere sortzen dira zenbait herbizida erabiltzearen ondorioz. Animaliek, herbiboro basatiek zein ganaduak, noizean behin, erakargarritasun bitxia sentitzen dute ihinztatutako landareekiko, haien ohiko bazkagai izan ez arren. Artsenikoa bezalako herbizida biziki pozoitsua erabili bada, landare zimelduak lortzeko grina horrek ondorio oso txarrak ekartzen ditu, ezinbestean. Ondorio guztiz kaltegarriak etor daitezke, halaber, horren toxikoak ez diren herbizidetatik, baldin eta landarea bera ere pozoitsua bada edo arantzak edo morkotsak baditu. Larreko belar gaizto pozoitsuak, adibidez, ganaduarentzat erakargarri bihur daitezke bat-batean, ihinztatu ondoren, eta gertatu izan da animaliak hiltzea ezohiko gurari hori asetzeagatik. Albaitaritzari buruzko literatura horrelako adibidez beteta dago: txerria ihinztatutako basalapatxak jaten eta ondorengo gaitz larriarekin, ardiak ihinztatutako karduk jaten, erleak loratu ondoren pozoitutako ziapetik xurgatzen. Basagereziak, zeinaren hostoak oso pozoitsuak baitira, erakargarritasun hilgarria eragin izan dio ganaduari hostotza 2,4-D herbizidarekin

ihinzatu ondoren. Antza denez, ihinzatu (edo moztu) ondoren gertatzen den zimeltzeak erakargarri bihurtzen ditu landareak. *Packera obovatak* beste adibide batzuk eman ditu. Ganadua, normalean, aldendu egiten da landare horretatik, non eta ez dagoen hara jo beharrean, beste bazkarik ezean, negu-bukaeran eta udaberri-hasieran. Dena den, animaliak grinaz bazkatzen dira landare horretatik, hostotza 2,4-D herbizidarekin ihinzatuta dagoenean.

Batzuetan, badirudi landarearen beraren metabolismoari produktu kimikoak eragiten dizkion aldaketetan datzala portaera bitxi horren arrazoa. Denboraldi batez, azukre-edukia nabarmen igotzen da, eta landarea erakargarriago bihurtzen da animalia askorentzat.

Baditu beste ondorio garrantzitsu batzuk ere 2,4-D herbizidaren beste eragin bitxi batek, eta ez ganaduan eta basabizian bakarrik, itxuraz, baita gizakietan ere. Duela hamar urte inguru egindako esperimenduek erakutsi zuten azukre-erremolatxaren eta artoaren nitrato-edukia nabarmen hazten dela produktu kimiko horiekin tratatu eta gero. Eragin bera sumatu zuten basartoan, ekilorean, *Tradescantia* generoan, sabi hostozurian, txerrientzako bazka gisa erabiltzen diren belar txarretan eta piper-belarretan. Horietako batzuk bazter uzten ohi ditu ganaduak, baina gustura jaten ditu 2,4-D herbizidarekin tratatu eta gero. Ganaduaren artean gertatutako zenbait heriotza ihinzaturikoko belar gaiztoei egotzi izan dizkiete nekazaritzako aditu batzuek. Arriskua nitratoen hazkundera datza, arazo larria eragiten baitu berehala hausnarkariaren fisiologia berezia dela eta. Horrelako animalia gehienek konplexutasun handiko digestio-sistema dute; besteak beste, lau gelatan banatutako urdaila dute. Mikroorganismoiei (errumen-bakterioei) esker gauzatzen da zelulosaren digestioa urdaileko geletako batean. Animaliak ezohiko nitrato-maila handia duen landaretik jaten duenean, errumeneko mikroorganismoek nitratoei eragiten diete, eta toxikotasun oso handiko nitrito bilakatzen dira. Horren ondoren, gertaera-kate gaiztoa dator: nitritoek, odolaren pigmentuan, txokolate-marroi koloreko substantzia osatzen dute, eta, substantzia horrek oxigenoari oso tinko heltzen dionez, oxigenoak ezin du arnasketan parte hartu. Ordu gutxira, heriotza dakar anoxiak edo oxigeno faltak. Beraz, 2,4-D herbizidarekin tratatutako belar txar jakin batzuetan bazkatu ondoren galdutako ganaduari buruzko zenbait txostenek azalpen logikoa dute. Arrisku bera dute hausnarkari

taldeko animalia basatiek, hala nola oreinak, antilopeak, ardiak eta ahuntzak.

Zenbait alderdik (ohiz kanpoko eguraldi oso lehorrak kasu) nitrato-edukia gehitzea eragin dezaketen arren, ezin da bazterrera utzi 2,4-D substantziaren salmenten eta aplikazioen gorakadaren eragina. Wisconsinen Unibertsitateko Nekazaritza Esperimentuen Estazioak uste izan zuen egoera garrantzitsua zela, eta, 1957an, ohartarazi zuen 2,4-D herbizida erabiliz akabatutako landareek nitrato kantitate handiak izan ditzaketela. Arriskua gizakienganaino heltzen da, animalietara bezala, eta duela gutxi «siloetako heriotzak» zergatik areagotu ziren argitzen lagundu dezake. Nitrato kantitate handia duen artoa, oloa edo basartoa siloratuta dagoenean, nitrogeno-oxido gas pozoitsuak askatzen ditu, eta heriotza-arriskua sortzen du siloan sartzen den edonorentzat. Gas horietako edozein pixka bat arnasteak pneumonia kimiko zehaztugabea eragin dezake. Minnesotako Unibertsitateko Medikuntza Eskolak ikertutako horrelako kasu sailean, batek izan ezik beste guztiek zoritxarreko amaiera izan zuten.

«Beste behin gehiago, elefantea portzelana artean bezala mugitzen ari gara naturan». Hala laburtzen du aparteko adimena duen Herbehereetako zientzialari batek, C. J. Briejer-ek, belar-hiltzaileen erabilera. «Nire ustean, gehiegi hartzen da ziurtzat. Ez dakigu labore-lurretako belar txar guztiak kaltegarriak diren, edo haietako batzuk baliagarriak diren», dio Briejer doktoreak.

Gutxitan egiten dugu galdera hau: zer lotura dago lurzorua eta belar gaiztoaren artean? Agian, gure interes propioari buruz dugun ikuspegi hertsia horretatik ere, baliagarria da lotura. Ikusi dugun moduan, lurzorua eta haren barruko eta gaineko izaki bizidunak elkarren mende daude, eta elkarri onura egiten diote. Segur aski, belar gaiztoak zerbait hartzen du lurzorutik, eta, agian, hari zerbait ematen dio. Herbehereetako hiri bateko parkeek eskaini berri digute adibide praktikoa bat. Arrosak txarto zeuden. Lurzoru-laginek nematodo ñimiñoen izurrite handia erakusten zuten. Herbehereetako Landareak Babesteko Zerbitzuko zientzialariek ez zuten ihintadura kimikorik edo lurzorua tratatzerik gomendatu; horren ordez, arrosen artean ilenak landatzea iradoki zuten. Landare horrek, zeina edozein arrosaditan puristek belar gaiztotzat hartuko bailukete, zalantzarik gabe, lurzoruko nematodoak akabatzen dituen irazkin bat askatzen du sustraietatik. Aholkua onartu egin zuten;

arrosadi batzuetan, ilenak landatu zituzten, eta beste batzuetan ez, kontrol gisara. Emaitzak nabarmenak izan ziren. Ilenen laguntzarekin, arrosak loratu egin ziren; kontrol-arrosadietan, gaixotuta eta makurtuta zeuden landareak. Ilenak toki askotan erabiltzen dira orain nematodoei aurka egiteko.

Modu berean —eta agian guretzat erabat ezezaguna da—, lurzorua osasunerako beharrezkoak diren funtzioak betetzen dituzte ankerki kentzen ditugun beste landare batzuek. Landare-komunitate naturalek —orain nahiko oro har «belar txartzat» laidoztatzen ditugunek— eginkizun oso onuragarri bat dute: lurzorua egoeraren adierazle dira. Eginkizun onuragarri hori galdu egiten da, jakina, belar-hiltzaile kimikoak erabili diren tokietan.

Ihinzaduren arazo guztiei erantzuna aurkitzen dieten horiek ere garrantzi zientifiko handiko gai bat ahazten dute: landare-komunitate natural batzuk babestu beharra. Alderatzeko estandar edo eredu gisa behar ditugu, geure jarduerak eragiten dituzten aldaketak neurtu ahal izateko. Era berean, jatorrizko intsektuak eta bestelako organismoek iraun dezaten, habitat basati gisara behar ditugu, zeren eta, 16. kapituluaz azalduko dudana bezala, intsektizidekiko erresistentziaren bilakaera intsektuen faktore genetikoak aldatzen ari baita, eta, beharbada, beste organismo batzuenak ere bai. Haien konposizio genetikoa gehiago aldatu baino lehen, intsektuak, akaroak eta antzekoak babesteko nolabaiteko «zoo» bat sortu behar litzatekeela ere aditzera eman zuen zientzialari batek.

Herbiziden erabilera gero eta handiagoaren ondorioz landareen artean gertatzen ari diren aldaketa sumaezin baina irispide luzekoei buruz ohartarazten dute aditu batzuek. 2,4-D produktu kimikoak, hosto zabaleko landareak hiltzen dituenek, bide ematen die belarrei lehia handirik gabe haz daitezen. Belar horiek berak, ordea, «belar txar» bilakatu dira orain; hala, beste kontrol-arazo batzuk sortu dira, eta zikloa berriz hasi da. Eggera bitxi hori aitortu du laborantzako arazoez aritzen den aldizkari batek zenbaki argitaratu berrian:

«2,4-D substantziaren erabilera asko hedatu da hosto zabaleko landare txarren kontrol-neurri gisa, eta belar gaiztoak, bereziki, gero eta azkarrago bilakatu dira arto- eta soja-uztetzako arrisku».

Anbrosiak —belar onduaren sukarra sufritzen dutenen mada-rikazioa— natura, zenbaitetan boomerang-jarrera duena, kontrolatzeko

ahaleginen adibide interesgarri bat eskaintzen digu. Ehunka galoi produktu isuri zituzten bide-ertzetan, anbrosia kontrolatzeko aitzakian. Baina, zoritxarrez, ihinzadura orokorrak, anbrosia urritu beharrean, ugaritu egin zuen. Anbrosia urtean behin hazten da; haren landareñoek lurzoru irekia behar dute urtero errotzeko. Landare honen aurkako babesik onena, beraz, zuhaixka sarriak, garoak eta beste landare iraunkor batzuk mantentzea da. Sarri ihinztatuz gero, landaretza babesle hori suntsitzen da, eta eremu irekiak, idorrak, sortzen dira; orduan, anbrosiak bizkor betetzen du tokia. Litekeena da, gainera, atmosferan dagoen polena ez egotea bide-ertzetako anbrosiarekin, hiriko lursailetakota eta lugorri utzitako soroetako anbrosiarekin baizik.

Digitaria sanguinalis belarraren hiltzaile kimikoen salmenten gorakada da metodo akastunak zein aise hedatzen diren ikusteko beste adibide bat. Badago *belar hori* kentzeko beste modu merke eta hobeago bat, produktu kimikoekin urtero-urtero hura akabatzen saiatzea baino. Bizirik irautea galaraziko dion lehian jartzea, beste belarrekin norgehiagokan, alegia. Gaixotutako belardietan baino ez da egoten digitaria. Sintoma da, ez gaitza, berez. Lurzoru emankorra izanez gero, eta gogoko ditugun belarrei hazteko aukera egokia emanda, sor dezakegu digitariari haztea eragotziko dion ingurune bat; izan ere, haren haziek eremu irekia behar izaten dute urterik urte heldu ahal izateko.

Funtsezko egoera tratatu ordez, digitaria-hiltzaile kantitate benetan harrigarriak erabiltzen dituzte urtero beren belardietan hiriaren kanpoaldean bizi direnek —mintegietakoek hala gomendatuta, produktu-ekoizleengandik jasotako gomendioei jarraiki—. Prestakin horietako askok merkurioa, artsenikoa, klordanoa eta antzeko pozoiak dituzte, eta dituzten ezaugarriei buruzko argibiderik ematen ez duten markekin merkaturatzen dituzte. Adierazitako proportzioan eginiko ihinzadurek produktu kantitate izugarriak uzten dituzte belardietan. Produktu baten erabiltzaileek, adibidez, akre bakoitzeko hirurogei libra klordano tekniko aplikatzen dituzte jarraibideak betetzen badituzte. Aukeran dauden produktu ugari horietako beste bat erabiliz gero, akreko 175 libra artseniko metaliko aplikatzen dituzte. Hildako hegazti kopurua, 8. kapituluan ikusiko dugun bezala, nahigabetzekoa da. Ez dakigu zenbateraino izan daitezkeen hilgarriak belardi horiek gizakiarentzat.

Errepide-bazterretan eta bide-zorretan aplikatu den ihinztatze selektiboaren arrakastak itxaropena ekarri du etxaldeetako, basoetako

eta larreetako landareen kontrol-programetarako beste metodo ekologiko batzuk garatzeari dagokionez; espezie jakin batzuk suntsitzera bideratutako metodoak izan ordez, landareak komunitate bizi gisara kudeatuko dituzten metodoak dira.

Beste lorpen sendo batzuek erakusten dute zer egin daitekeen. Gogokoak ez diren landareak murriztearen alorrean lortu ditu kontrol biologikoak emaitza ikusgarrienetako batzuk. Naturak berak irtenbidea aurkitu die orain kezkatzen gaituzten arazoetako askori, eta bere onurarako konpondu izan ditu. Gizakia natura behatu eta haren antzera jokatzeke bezain zentzuduna izan denetan, arrakasta lortu izan du maiz berak ere.

Santio-belarrari Kalifornian emandako trataera adibide ezin hobe da gogokoak ez diren landareak deuseztatzearen alorrean. Santio-belarra edo milazuloa jatorriz Europakoa den arren, Europako gizakiaren bidaide izan zen haren mendebalderanzko migrazioetan, eta, Estatu Batuetan, 1793an agertu zen lehenengoz, Lancaster inguruan (Pennsylvania). 1900erako iritsi zen Kaliforniara, Klamath ibai aldera; hori dela eta, *Klamath-weed* deitzen diote han. 1929rako 100.000 akre larre-lur inguru hartuak zituen, eta 1952rako, gutxi gorabehera, bi milioi akre inbaditu zituen.

Santio-belarra erabat desberdina da hango belarren aldean, ez du tokirik eskualdeko ekologian, eta animaliek edo bestelako landareek ez dute haren beharrik. Baina, edonon agertzen zela ere, ganadua zarakartsu, muturra zaurituta eta zurbil jartzen zen landare toxiko horretatik bazkatzeagatik. Lurraren balioak horren arabera egiten zuen behera, santio-belarra lehenengo hipotekatzat jotzen baitzen.

Europar, santio-belarra edo milazuloa ez zen sekula arazo bilakatu, landarearekin batera hainbat intsektu-espezie garatu baitziren; intsektuek oparo jaten dutenez, belarraren ugalketa hertsiki mugatuta dago. Bereziki Frantzia hegoaldeko bi kakalardo-espezie, ilarraren tamainakoak eta metal-kolorekoak, oso ondo egokitu dira belar horretara; hain zuzen, hartatik baino ez dute jaten, eta hari esker ugaltzen.

Garrantzi handiko gertaera izan zen 1944an Estatu Batuetara lehenengo kakalardo sortak eraman zituztenekoa, landare bat intsektu landarejale baten bidez kontrolatzeko Ipar Amerikan egin zuten lehenengo saioa izan baitzen. 1948rako, bi espezieak oso ongi egokituta

zeuden, eta ez zen izan inportazio gehiago egin beharrik. Kakalardoak jatorrizko kolonietan bildu eta urtean milioika barreiatuz gauzatu zen haien hedatzea. Ereku txikietan, kakalardoak beren kasa hedatu ziren; santio-belarra desagertu bezain azkar aldatzen ziren tokiz, eta toki berriak zehaztasun handiz aurkitzen zituzten. Eta, kakalardoek belar txarra urritu ahala, baztertutako landare egokiak itzultzeko gai dira.

1959an amaitu zen hamar urteko ikerketa batek erakutsi zuen santio-belarraren kontrola «baikorrenen uste zuten baino eraginkorragoa izan zela», eta belarra ehuneko batera gutxitu zela aurreko ugaritasuna atzean utzita. Izurrite sinboliko horrek ez du kalterik egiten, eta beharrezkoa da belar txarraren balizko ugalketaren babes gisa kakalardo-populazio bat mantentzeko.

Australian aurkitu dezakegu belar txarren suntsiketaren beste adibide oso arrakastatsu eta merke bat. Herrialde berrietara landare edo animaliak eramateko kolonizatzaileek izaten duten zaletasun hori dela medio, Arthur Phillip izeneko kapitain batek zenbait kaktus-espezie eraman zituen Australiara 1787 aldera, tindatzeko kukurutx intsektuaren hazkuntzan erabiltzeko asmoarekin. Kaktus edo indipikuetako batzuk haren lorategietatik atera ziren, eta, 1925erako, modu basatian hazten ziren hogeit bat espezie zeuden. Lurralde berri horretan kontrol naturalik ez zegoenez, oparo hedatu ziren, eta hirurogei milioi akre inguru hartzera iritsi. Lur horren erdia, gutxienez, hain trinko hartua zegoen, ezen ezin baitzen erabili.

1920an, hainbat entomologo australiar bidali zituzten Ipar eta Hego Amerikara, indipikuen etsai izan zitezkeen intsektuak jatorrizko habitatean aztertzeko. Zenbait espeziearekin saioak egin ondoren, Argentinako suts baten hiru mila milioi arrautza askatu zituzten Australian 1930ean. Zazpi urte geroago, indipikuen azken eremu trinkoa suntsitua zegoen, eta lehen bizitzeko egokiak ez ziren lurraldeak prest zeuden berriro jendea kokatzeko eta larretarako. Ekimen osoa zentabo bat baino gutxiago kostatu zen akreko. Horren aldean, aurreko urteetan produktu kimikoen bidez kontrolatzeko saio desagokiak 10 libera kostatu ziren akreko.

Intsektu landarejaleen betekizunetan arreta handiagoa jarritz gero, bi adibideek erakusten dute gogokoak ez diren landare mota asko oso modu eraginkorrean kontrola daitezkeela. Bazkalekuen kudeaketaren zientziak aukera hori alde batera utzi du, neurri handi batean, nahiz

eta agian intsektu horiek izan ganaduzalerik selektiboenak diren arren, eta nahiz eta haien dieta oso mugatuak aise bilaka daitezkeen abantaila gizakiarentzat.

7. kapitulua

Beharrezkoa ez den hondamendia

Gizakiak, naturaren konkista iragarria hurbiltzen den neurrian, lur jota uzteko moduko txikizio-erregistro bat idazten du; ez da bizileku duen lurraren txikizioa bakarrik, baita lur hori gizakiarekin partekatzen duen biziaren txikizioa ere. Azken mendeetako historiak baditu zenbait pasarte ilun: bufaloen hilketa mendealdeko lautadetan, *Charadriiformes* ordenako hegaztien sarraskitzea merkatu-pistolarien eskutik, koartzatxoan ia erabateko suntsiketa haien lumajea dela eta. Aurrekoei eta antzeko beste batzuei kapitulu bat eta suntsiketa mota bat gehitzen ari gatzazkie orain: hegaztiak, ugaztunak, arrainen eta basabizi mota ia guztiak zuzenean akabatzea, lurrean bereizi gabe ihintzaturiko intsektizida kimikoak direla medio.

Gaur egun gure halabeharraren gidari dirudien filosofiaren arabera, ezerk ez du oztopatu behar «ihintzatzeko arma» eskuetan dabilen gizakiaren bidea. Intsektuen aurka gizakia egiten ari den gurutzadaren ustekabeko biktimak hutsaren parekotzat hartzen dira; txantxangorri amerikarrei, faisaiei, mapatxeei, katuei edo ganaduari berari helburu diren intsektuekin batera, lur-zatitxo berean, bizitzea suertatu bazaie, eta pozoiz intsektiziden euri-jasak harrapatzen baditu, inor ezin da kexatu.

Galdutako basabiziaren arazoaz iritzi zuzena izan nahi duen herritarrak dilema bati egin behar dio aurre. Alde batetik, kontserbazionistek eta basabiziaren arloko biologoek baiesten dute galerak larriak izan direla, eta, kasu batzuetan, katastrofikoak ere bai. Beste aldetik, kontrol-agentziek, normalean, erabat ukatzen dute horrelako galerak izan direnik, edo, izan direla onartuz gero, batere garrantzirik ez dutela esaten dute. Zer iritzi onartuko dugu guk?

Lekukoaren sinesgarritasunak berebiziko garrantzia du. Basabiziaren arloko biologo profesionala kualifikatuago dago, jakina,

galdutako basabiziaren berri jakin eta interpretatzeko. Entomologoa, zeinaren espezialitatea intsektuak baitira, ez dago horren kualifikatua, trebakuntzari dagokionez, eta ez dago psikologikoki prest kontrol-programaren albo-ondorio ez desiratuak bilatzeko. Alabaina, estatu-gobernuetako eta gobernu federaletako kontrol-arduradunek berek —eta produktu kimikoen fabrikatzaileek noski— ukatzen dituzte gogor biologoek zehaztutako gertaerak, eta, gainera, haiek berek aditzera ematen dute basabiziarentzako kalteen ebidentzia gutxi ikusten dutela. Bibliako historiako lebitak eta apaizak bezala, beste alde batetik aurrera jarraitu eta ez ikusiarena egitea aukeratzen dute. Bihotz onez, espezialistaren eta interesen bat duenaren miopiaren ondorio gisa azaltzen ditugu haien uko egiteak, baina horrek ez du esan nahi lekuko kualifikatutzat onartu behar ditugunik.

Gure iritzia izateko biderik onena da kontrol-programa garrantzitsuenetako batzuk aztertzea eta basabiziaren mundura zeruetatik eroritako pozoi-zaparradatik esnatutakoan zehazki zer gertatu den ikastea basabiziaren ohiturak ondo ezagutzen dituzten eta produktu kimikoekiko inpartzialak diren behatzaileengandik.

Hegazti-behatzailearentzat, lorategiko hegaztiekin gozatzen duen herritarrarentzat, ehiztariarentzat, arrantzalearentzat edo eskualde basatien esploratzailearentzat, eremu bateko basabizia hondatzen duen edozerk, urte betez besterik ez bada ere, gozatzeko duen eskubide legitimoa kendu dio. Ikuspuntu onargarria da hori. Are gehiago, hegazti, ugaztun eta arrainetako batzuk ihintzatze bakar baten ondoren beren kabuz suspertzeko gauza badira ere, batzuetan gertatu den bezala, kalte handia eta benetakoa eginga dago ordurako.

Gainera, zaila izaten da horrelako suspertzea gertatzea. Ihintzadura errepikatu egiten da gehienetan, eta esposizio bakarra izaten den kasuak —algia, basabiziak suspertzeko aukera izan dezakeen kasuak— bitxikeria dira. Normalean, ingurumenaren pozoitzea izaten da ondorioa, tranpa hilgarri bat, eta, bertako egoiliarrez gain, migratzaile moduan datozenak ere harrapatzen ditu tranpa horrek. Ihintzaturiko eremua zenbat eta zabalagoa izan, orduan eta larriagoa da kaltea, ez baita segurtasun-oasirik geratzen. Intsektuak kontrolatzeko programengatik bereizten den eta chunka edo milioik akre unitate moduan ihintzatu diren hamarraldi honetan, ihintzatze pribatu eta publikoek etengabe gora egin duten hamarraldi honetan, Estatu Batuetako basabiziaren

hiltze- eta suntsitze-historia ugari metatu dira. Begira diezaiegun programa horietako batzuei, eta ikus dezagun zer gertatu den.

1959ko udazkenean, Michigan hego-ekialdean, 27.000 akre inguru, Detroiteko hiri-inguruko auzo ugari barne, hautseztatu zituzten hegazkinez, aldrin-pikorrekin (hidrokarburo kloratu guztietatik arriskutsuenetakoa). Michiganeko Nekazaritza Departamentuak zuzendu zuen programa, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuaren lankidetzarekin; iragarri zuten kakalardo japoniarra kontrolatzea zela helburua. Ekintza drastiko eta arriskutsu horren beharra ez zen oso argi ikusten. Are gehiago, estatuko naturalista ezagunenetakoa eta informatuenetakoa batek, Walter P. Nickellek, zeinak denbora asko ematen baitu soroan eta denboraldi luzeak igarotzen baititu Michigan Hegoaldean uda oro, honako hau adierazi zuen:

«Nire ezagutza zuzenak dioenaren arabera, hogeita hamar urte baino gehiagoko epean kakalardo japoniarra oso kopuru txikitian agertu da Detroit hirian. Kopuruek ez dute hazkunde nabarmenik erakutsi urte horietan guztietan. Kakalardo japoniar bakar bat bera ikusteko nago oraindik [1959an], Gobernuaren tranpa horietan Detroiten harrapatutako gutxi horiek aparte utzita... Guztia horren isilpean daramatenez, oraindik ez naiz gauza izan inolako informaziorik lortzeko haien kopuru-hazkundearen inguruan».

Estatuko agenziaak jarritako funtzionario batek adierazitako gauza bakarra da airetik erasotzeko izendatutako eremuetan «agertu dela» kakalardoa. Justifikaziorik ez izan arren, programa abian jarri zen. Estatuak eskulana jarri zuen, eta operazioa ikuskatu; gobernu federalak ekipamendua eta pertsonal osagarria jarri zituen; eta herritarrek intsektizida ordaindu zuten.

Kakalardo japoniarra, Estatu Batuetara ustekabean inportatutako intsektua, New Jersey aurkitu zuten 1916an; kolore berde metalikoa zuten kakalardo distiratsu gutxi batzuk ikusi zituzten mintegi batean, Rivertonetik gertu. Hasieran ezezagunak ziren, baina, azkenean, Japoniako uharte nagusietako ohiko biztanle gisara identifikatu zituzten. Antza denez, 1912an ezarri ziren murrizketen aurretik inportatutako mintegi-stock batean sartu ziren Estatu Batuetara.

Kakalardo japoniarra, sarbide bitxi horretatik, aise samar hedatu da Mississippian ekialdeko estatu askotara, non tenperatura eta euri-

maila egokiak baititu. Urtero gertatu ohi da haren banaketa-eremutik kanpoalderako mugimenduren bat. Kakalardoak luzaro finkatuta egon diren ekialdeko eremuetan, kontrol naturalak ezartzeko saioak egin dira. Saio horiek egin diren tokietan, kakalardoaren populazioa nahiko kopuru txikietan mantendu da, txosten askok erakutsi duten bezala.

Ekialdeko eremuetako kontrol eraginkorrari buruzko txostenak hor egon arren, kakalardoaren bizi-eremuarekin muga egiten duten erdi-mendebaldeko estatuek etsairik hilgarrienak balira bezala eraso egin zieten, nahiz eta intsektu kaltegarri samarrak baino ez izan. Produktu kimiko arriskutsuenak erabili zituzten horretarako, eta jende andana, haien etxe-animaleak eta basabizi osoa jarri zituzten kakalardoarentzat pentsatua zegoen pozoia eraginpean. Ondorioz, kakalardo japoniarraren programa horiek suntsiketa izugarria ekarri dute animalien artera, eta gizakia ukaezineko arriskupean jarri dute. Michigan, Kentucky, Iowa, Indiana, Illinois eta Missouriko hainbat eskualde euri kimikoarekin saiakuntzak egiten ari dira kakalardoaren kontrola aitzakiatzat hartuta.

Kakalardo japoniarraren aurka hegazkinez eskala handian egin zen lehenengoetako ihintzadura Michiganekoa izan zen. Aldrina aukeratu zuten —produktu hilgarrienetako bat—, baina ez kakalardo japoniarra kontrolatzeko egokitasun bereziren bat zuelako, dirua aurrezteagatik baizik (eskura zegoen konposaturik merkeena zen). Prentsarentzako txosten ofizialean, estatuak aitortu zuen aldrina «pozoia» zela, baina zeharka adierazi zuen produktua aplikatu zen eremu oso populatu horietan ezin zela gizakientzako arriskurik etorri. («Zein neurri hartu behar nituzke?») galderari emandako erantzun ofiziala haxe izan zen: «Zuretzat bat ere ez».) Abiazio Agentzia Federaleko ofizial baten hitzak jaso zituzten geroago tokiko prentsan, «hau operazio segurua da» esanez, eta Detroiteko Parkeetako eta Aisialdiko Departamentuko ordezkari batek, ziurtasun osoz, hau gehitu zuen: «hautsa ez da kaltegarria gizakientzat, eta ez die minik egingo landareei edo etxe-animalei». Onartu behar dugu funtzionario horietako bakar batek ere ez dituela kontsultatu Estatu Batuetako Osasun Publikoaren Zerbitzuak eta Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuak argitaratu dituzten eta erraz eskuratzeko moduan dauden txostenak, ez eta aldrinaren pozoitze-ahalmen handiari buruzko beste ebidentziarik ere.

Michiganeko izurrite-kontrolaren legeak estatuari baimena ematen dio bereizi gabe ihintzatzeko; gainera, ez du zertan lurren jabe

bakoitzari baimena eskatu edo jakinarazi. Lege horren arabera lan eginez, altuera baxuko hegazkinak Detroit inguruan hegaldiak egiten hasi ziren. Kezkaturiko herritarren dei andanak berehala estutu zituen hiriko agintariak eta Abiazio Agentzia Federala. Ordu bakarrean 800 dei inguru jaso ondoren, *Detroit News*-en arabera, Poliziak irriti, telebista eta egunkariei arren eskatu zien «ikus-entzuleei azaltzeko zer ikusten ari ziren, eta segurua zela ohartarazteko». Abiazio Agentzia Federaleko segurtasun-ofizialak hau ziurtatu zion jendeari: «hegazkinak arretaz ikuskatzen dira» eta «hegan baxu egiteko baimena dute». Beldurrak uxatzeko ahalegin nahiko trakets batean, gehitu zuen karga osoa berehala botatzeko bidea ematen zuten emergentziazko balbulak zituztela hegazkinak. Hori, zorionez, ez zuten egin, baina, hegazkinak lanari ekin ziotenean, intsektizida-pikorrak kakalardoen gainean erori ziren, eta berdin gizakien gainean; pozoi-zaparrada «ez-kaltegarria» jausi zen erosketetan ari zen edo lanera zihoan jendearen gainera, eta bazkalorduan eskolatik kanpo zeuden haurren gainera. Etxekoandreek pikorrak erratzez garbitu zituzten atari eta zoruetatik, eta «elurra zirudiela» esan zuten. Geroago Michigan Audubon Elkarteak aditzera eman zuen bezala, «Teilatueta oholtxoen artean, hegaletako erretenetan, zuhaitzetako enbor- eta adaxka-tarteetan, aldrin eta buztinezko milioika pikortxo zuri —ez orratz baten burua baino handiagoak— ezarri zituzten. Elurra eta euria iritsi zirenean, putzu bakoitza balizko pozoi-edabe bilakatu zen».

Hautseztatze-operaziotik egun batzuetara, Detroit Audubon Elkarteak hegaztiei buruzko deiak jasotzen hasi zen. Ann Boyes elkarteko idazkari anderearen hitzetan, «Igande goizean emakume batek deitu zidan, esanez elizatik etxera bidean asalatzeko moduko hegazti kopurua ikusi zuela hilik edo hilzorian. Eta orduan ohartu nintzen jendea kezkatuta zegoela ihinztadurarekin. Hango ihinztadura ostegunean egina zen. Esan zuen inguru hartan ez zebilela hegazti bakar bat bera ere hegan, eta gutxienez dozena bat aurkitu zituela [hilik] bere etxe atzeko lorategian. Auzokoek urtxintxak aurkitu omen zituzten hilik».

Boyes andreak egun horretan jasotako beste dei guztiek zioten hegazti andana ikaragarria zegoela hilik, eta bat ere ez bizirik... Hegaztientzako jantokiak zituen jendeak zioen bat ere ez zebilela jantokietan. Hilzorian aurkitutako hegaztiek intsektizidarekin pozoitutakoen ohiko sintomak zituzten: dardarizoak, hegan egin ezina, paralisia eta konbultsoiak.

Baina hegaztiak ez ziren izan berehala kaltetutako izaki bakarrak. Bertako al baitari batek jakinarazi zuen gaixotutako zakur eta katuekin etorritako bezeroz bete zela bere bulegoa bat-batean. Katuek ziruditen kaltetuenak, ilajea txukuntzen eta hatzaparrak milikatzen horren arduratsu aritzen diren haiek. Beherako akutua, gorakoa eta konbultsioak zituzten. Albaitariak gomendio bakarra eman ziezaikeen bezeroei, beharrezkoa ez bazen animaliak kanpoan ez uzteko, edo, halakorik eginez gero, haien atzaparrak berehala garbitzeko (baina hidrokarburo kloratuak fruta edo barazkietatik ere garbitu ezin direnez, babes eskasa espero zitekeen neurri hartatik).

Hiri-konderriko osasun-zerbitzuburuak behin eta berriz esan zuen hegaztiak «bestelako ihintzaduraren batek» hilko zituela, eta aldrinaren eraginpean jarri ondoko eztarri eta bularreko narriadurazurritea «beste zerbaitek» eragina izan behar zuela; hala ere, osasun-zerbitzuak kexa-segida etengabea jaso zuen. Detroitoko barne-medikuntzako mediku oso ezagun bati deitu zioten, lau pazienteri bisita egiteko, hegazkinak lanean ikusten ari ziren bitartean produktuaren eraginpean egon eta ordubete igaro aurretik. Sintoma berdintsuak zituzten guztiek: goragalea, botaka egitea, hotzikarak, sukarra, sekulako nekea eta eztula.

Detroitoko gertatutakoa beste komunitate askotan gertatu da, kakalardo japoniarrari produktu kimikoekin aurre egiteko presioak gora egin duen heinean. Blue Islanden (Illinois) ehunka hegazti jaso zituzten hilik edo hiltzorian. Hegaztizaleek han bildutako datuen arabera, txori kantarien ehuneko laurogei sakrifikatuak izan ziren. Joiletan (Illinois) 3.000 akre inguru tratatu zituzten heptakloroarekin 1959an. Hango kirol-klub batek aditzera eman zuenez, tratatutako eremuaren barruko hegazti-populazioa ia erabat suntsitu zuten. Untxi, arratoi musketadun, zarigüeia eta arrain hilak ere aurkitu zituzten, ehunka, eta bertako eskoletako batek intsektizidarekin pozoitutako hegaztien bilduma egin zuen ikerketa zientifiko baterako.

Agian ez da egongo kakalardorik gabeko mundu batengatik Sheldon-ek —Illinois ekialdea— eta Iroquois konderriko haren inguruak beste sufritu duen beste komunitaterik. 1954an, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuak eta Illinoiseko Nekazaritza Departamentuak Illinoiserako aurrerabidean kakalardo japoniarrak ezabatzeko programa bati ekin zioten, ihintzatze intentsiboak intsek-

tu inbaditzailearen populazioa suntsituko zuen itxaropenarekin eta ziurtasunarekin. Lehenengo «ezabatzea» urte hartan izan zen, dieldrina 1.400 akretan hegazkinez aplikatu zutenean. Beste 2.600 akre berdintsu tratatu zituzten 1955ean, eta betebeharra ustez burututzat eman zuten. Baina tratamendu kimiko gehiago eta gehiago eskatu zituzten, eta, 1961eko urte-amaierarako, 131.000 akre inguru estali zituzten. Programa horretako lehenengo urteetan ere agerikoa zen galera larriak gertatzen ari zirela basanimalien eta etxe-animalien artean. Hala eta guztiz ere, tratamendu kimikoek jarraitu egin zuten, ez Estatu Batuetako Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuarekin ez Illinoiseko Ehiza Kudeatzeko Dibisioarekin kontsultatuta (1960ko udaberrian, Nekazaritza Departamentu Federalesko funtzionarioak kongresuko batzorde baten aurrean agertu ziren, hain justu ere, alde aurreko kontsulta hori eskatuko zuen lege-proiektu baten aurka egiteko. Apal-apal deklaratu zuten lege hori ez zela beharrezkoa lankidetzaren eta kontsulta «ohikoak» zirelako. Funtzionario horiek ez ziren gauza «Washington mailan» lankidetzarik izan ez zen egoerarik gogoratzeko. Bista hartan bertan argi utzi zuten ez zutela borondaterik estatuko arratza eta ehiza departamentuekin kontsultatzeko).

Kontrol kimikorako diru-funtsak iturri agorrezina ziren arren, basabiziari egindako kaltea neurtzen saiatzen ziren Illinoiseko Historia Naturalaren Ikerketa Saileko biologoek bi sosekin aritu behar izaten zuten. Landa-laguntzaile bat hartzeko, 1.100 dolar baino ez zituzten eskura 1954an, eta 1955ean ez zuten jaso diru-funts berezirik. Oztopo etsigarri haiek gaintututa, biologoek frogak bildu zituzten, eta basabiziaren suntsiketaren irudi paregabea eskaini (programa abian jarri bezain azkar, begi-bistakoa zen suntsiketa).

Hegazti intsektujaleak pozoitzeko moduko kondizioak sortu ziren, bai erabili ziren pozoientatik, bai eta haien erabilerak eragin zituen gertakariengatik ere. Sheldoneko programetan, hasieran, akreko 3 libra dieldrin aplikatu ziren. Hegaztietan izan zuen eragina ulertzeko, gogoratu besterik ez dago galeperrekin laborategian eginiko esperimientuetan frogatu dela dieldrina DDTa baino berrogei bat aldiz pozoitsuagoa dela. Sheldoneko paisaia barreiatutako pozoia, beraz, akreko 150 libra DDT ingururen baliokide zen! Eta hori minimoa izan zen, soro-ertzetan eta txokoetan tratamendu gainjarriak izan zirela baitirudi.

Produktua lurzoruan barrena sartu ahala, pozoitutako kakalardo-larbak arrastaka ateratzen ziren lurrazalera, eta, hil arte, denbora batez egoten ziren han, hegazti intsektujaleentzat erakargarri. Hilik edo hiltzorian zeuden hainbat espezieetako intsektuak ikuserrazak ziren tratamenduaren ondoko bi asteetan edo. Hegazti-populazioan izango zuen eragina erraz iragartzekoa zen. Burla-txori gorriak, arabazozoak, larre-hegatxabalak, *Gracula religiosak* eta faisaiak ia erabat suntsitu zituzten. Txantxangorri amerikarrak «kasik deuseztatuak» izan ziren, biologoen txostenaren arabera. Lur-zizare pila bat ikusi zituzten hilda euria gogotik aritu ondoren; txantxangorri amerikarrek zizare pozoituak jan zituzten segur aski. Beste hegaztientzat ere, inoiz onuragarri izan zen euria aldatu egin zen, haien munduan sartutako pozoiairen ahalmen gaiztoaz, eta suntsiketa-eragile bilakatu zen. Ihintzaduratik egun gutxi batzuetara euriak utzitako putzuetan edaten eta bainatzen ikusten ziren hegaztiak, ezinbestean, kondematuta zeuden.

Bizirik iraun zuten hegaztiak antzu bihurtuko ziren agian. Tratatutako eremuan habia gutxi batzuk aurkitu zituzten arren —arrautzeekin gutxi—, bakar batean ere ez zegoen txitarik.

Ugaztunen artean, lurreko urtxintxak kasik deuseztatuak izan ziren; pozoiak eragindako heriotza bortitzaren ohiko jarreretan aurkitu zituzten haien gorpuak. Arratoi musketadun hilak aurkitu zituzten tratatutako eremuetan, eta untxi hilak soroetan. Azeri-urtxitxa animalia nahiko arrunta izan zen hirian, baina, ihintzaduraren ondoren, desagertu egin zen.

Sheldon inguruan, kakalardoek aurkako gerra hasi ondoren, arraroa zen katu baten presentziarekin bedekinatutako etxalderik aurkitzea. Etxaldeetako katu guztien ehuneko laurogeita hamar dieldrinaren biktima izan ziren ihintzaduraren lehenengo aldian. Pozoi horiek beste toki batzuetan utzitako aurrekari ilunak ikusita, aurretik iragartzekoa izan behar zuen horrek. Katuak minberak dira oso intsektizida guztiekin, eta bereziki, antza denez, dieldrinarekin. Aditzera eman zutenez, Mendebaldeko Javan, Munduko Osasun Erakundeak malariaren aurka gauzatutako programaren barruan, katu asko hil ziren. Erdiko Javan hainbeste akabatu zituzten, ezen haien prezioa bikoiztu egin baitzen. Era berean, Munduko Osasunaren Erakundeak Venezuelan ihintzatu zuen garaian, katuak animalia bitxi izateraino murriztu ziren, emandako informazioaren arabera.

Sheldonen intsektu baten aurkako kanpainan sakrifikatutako animalia bakarrak ez ziren basaizakiak eta etxe-animaliak izan. Artalde batzuetan eta haragitarako hazitako behi-saldo batean eginiko behaketek adierazi zuten ganaduak ere baduela pozoitzeko eta hiltzeko arriskua. Historia Naturalaren Ikerketa Sailak egindako txostenak honela deskribatzen du gertakari horietako bat:

«Ardiak... maiatzaren 6an dieldrinarekin ihinzatu zuten soro batetik mugitu zituzten, eta tratatu gabeko belarra zuen larre txiki batera eraman, legarrezko bide batean barrena. Ihinzadura hartatik zertxobait eraman zuten ardiek, jakina, bidean barrena, larreraino, ardien artean intoxikatze-sintomak agertzen hasi baitziren ia berehala... Jateko gogoia galdu zuten, eta sekulako egonezina erakusten zuten; larreko itxituran gora eta behera zebiltzan, alde egiteko tarte baten bila balebiltza bezala... Gidatuak izateari uko egin zioten, beeka ari ziren kasik etengabe eta burumakur ageri ziren. Azkenean larretik eraman zituzten... Ura edateko gogo handia erakusten zuten. Ardietako bi hilik aurkitu zituzten larrea zeharkatzen zuen errekan, eta gainerakoak behin eta berriz atera behar izan zituzten errekatik; haietako batzuk, arrastaka eta indarka, gainera. Ardietako hiru hil egin ziren azkenik; geratzen zirenak suspertu egin ziren, itxura guztien arabera».

Hori zen irudia, bada, 1955. urtearen azkenean. Ondorengo urteetan, gerra kimikoak jarraitu zuen arren, ikerketarako funtsen tantajarioa eten egin zen erabat. Intsektiziden ikerketarako diru-eskaerak urteko aurrekontuetan sartzen zituzten, Historia Naturalaren Ikerketa Sailak Illinoiseko legealdiaren mende jarritako aurrekontuetan, alegia; baina ezabatzen ziren lehenengo partiden artean zeuden beti. 1960a arte ez zuten aurkitu landa-laguntzaile baten kostuari aurre egiteko adina diru —lau pertsonaren denbora erraz har zezakeen lana egiteko—.

Galdutako basabiziaren irudi soildua gutxi aldatu zen 1955ean, biologoek bertan behera utzitako azterlanei berrekin zietenean. Bitartean, beste produktu toxikoago bat erabiltzen hasi ziren: aldrina. Galeperrekin eginiko azterketen arabera, DDTa baino *100 edo 300 bider* toxikoagoa da. Eremu hartan bizi ziren basaugaztunen espezie guztiek galerak izan zituzten 1960. urterako. Oraindik okerragoa zen hegaztien kasuan. Donovan hiri txikian, txantxangorri amerikarrak desagerrarazi egin zituzten, *Gracula religiosak*, arabazoak eta burla-txori gorriak bezala. Horiek eta beste hegazti asko larri murriztu ziren

beste toki batzuetan. Kakalardoaren aurkako kanpainaren ondorioak zorrotz nabaritu zituzten faisai-ehiztariek. Txitaldien kopurua ehuneko 50 inguru jaitsi zen tratatutako lurretan, eta txitaldiko txita kopurua ere murriztu egin zen. Faisai-ehiza, aurreko urteetan lurralde horietan ona izan zena, bertan behera utzi zuten, ia erabat antzua zela eta.

Kakalardo japoniarra desagertzearen egin zen suntsiketa itzela izan arren, badirudi Iroquois konderrian 100.000 akre baino gehiagotan zortzi urte luzez egindako tratamenduak aldi baterako baino ez zuela desagerrarazi intsektua, mendebaldera mugitzen jarraitzen baitu. Sekula ez dugu jakingo, agian, nabarmen alferrekoa izan den programa horrengatik ordaindu den bidesari osoa zenbatekoa izan den, Illinoiseko biologoek neurtutakoa minimoa baita. Ikerketa-programa oso-osorik egiteko moduan finantzatu izan balitz, agerian utzitako suntsiketa are izugarriagoa izango zen. Baina zortzi urteko programa horretan, 6.000 dolar bat baino ez zituzten eman landa-ikerketa biologikoak egiteko. Bitartean, gobernu federalak 375.000 dolar inguru gastatu zituen kontrol-lanetan, eta milaka batzuk gehiago jarri zituen estatuak. Programa kimikoan eginiko inbertsioaren ehuneko bat baino ez zen gastatu, beraz, ikerketan.

Erdi-mendebaldeko programa horiek krisialdi-izpirituarekin gauzatu dira, kakalardoak aurrera egitea arriskurik gorena balitz bezala, eta arrisku horrek edozein bide erabiltzea justifikatuko balu bezala. Hori, jakina, gertakariak desitxuratzea da, eta zaparrada kimiko horiek jasan dituzten komunitateek kakalardo japoniarraren Estatu Batuetako historia ezagutu izan balute, ez ziren horren baiasle izango, segur aski.

Ekialdeko estatuetan, intsektizida sintetikoak asmatu aurretik egin behar izan zieten aurre kakalardo-inbasioari —zorionekoak haiek!— eta, inbasiotik bizirik ateratzeaz gain, intsektua kontrolpean izan dute, beste izakientzat batere arriskurik ez zuten bideak erabiliz. Detroit edo Sheldoneko ihinzadurekin alderatzeko moduko ezer ez zuten egin ekialdean. Hango metodo eraginkorretan, kontrol-indar naturalak baliatu zituzten, iraunkortasuna eta ingurumen-segurtasuna zaintzeko hainbat abantaila zituzten indarrak.

Estatu Batuetan sartu eta ondorengo hamabi urteetan, kakalardoa azkar ugaltu zen, jatorrizko lurretan kontrolpean eusten zioten mugetatik aske. Baina, 1945erako, garrantzi txikiko izurrite bilakatu zen, hedatu zen ia lurralde osoan. Ekialde Urrunetik inportatutako

intsektu bizkarroien eta hilgarri zitzaizkion organismoak finkatzearen ondorio izan zen haren gainbehera, neurri batean.

1920tik 1933ra bitartean, kakalardoaren jatorrizko bizi-eremu osoan eginiko ikerketa saiatuaren ondorioz, hogeita hamalau bat espezieta harrapariak edo intsektu bizkarroiak inportatu zituzten ekialdetik, kontrol naturala ezartzeko ahaleginean. Horietatik bost ongi finkatu ziren Estatu Batuen ekialdean.

Eraginkorrena eta gehien zabaldutakoa Korea eta Txinako liztor bizkarroi bat da: *Tiphia vernalis*. *Tiphia* emeak, lurzoruan kakalardo-larba bat aurkituz gero, fluido paralizatzaile bat injektatzen dio, eta arrautza bakarra sartzen du larbaren azal azpian. Liztor-kumeak —larba gisa hazten da— paralizatutako larbatik jaten du, eta suntsitu egiten du. Hogeita bost urte inguruan, *Tiphia* koloniak ekialdeko hamalau estatutan sartu zituzten, agentzia estatal eta federalen lankidetzaprograma bat zela medio. Liztorra hedatuki finkatu zen eremu horretan, eta entomologoen egiaztatu dute paper garrantzitsua betetzen duela kakalardoa kontrolpean edukitzeko.

Paper oraindik garrantzitsuagoa jokatu du kakalardo japoniarraren familiakoei eragiten dien bakterio-gaitzak: scarabaeids izenekoak. Organismo oso espezifikoa da, beste intsektu motei eraso egiten ez diena; lur-zizare, odol beroko animalia eta landareentzat ez da kaltegarria. Gaitzaren esporak lurzoruan ezartzen dira. Bazka bila dabilen kakalardo-larba batek irensten duenean, oparo ugaltzen da haren odolean, eta ohiz kanpoko kolore zuria hartzen du; hortik dator kio «esne-gaitz» izen arrunta.

Esne-gaitza New Jersey aurkitu zuten 1933an. 1938rako, kakalardo japoniarraren izurrite-eremu zaharrenetan zabal samar nagusitu zen. Gaitzaren hedatze-abiadura areagotzera zuzendutako kontrol-programa bat jarri zen abian 1939an. Ez zuten garatu bitarteko artifizial batean gaitzaren organismoa kultibatze metodo ordezko egoki bat baliatu zuten: infektatutako larbak lurretik bildu, lehortzen jarri eta klarionarekin nahastu zituzten. Nahastura estandarrean, gramo bat hautsek 100 milioi espora zituen. 1939tik 1953ra bitartean, ekialdeko hamalau estatuko 94.000 akre inguru tratatu zituzten estatuaren eta agintari federalen arteko lankidetzaprograma batean. Lurralde federaletako beste eremu batzuk ere tratatu zituzten. Beste eremu ezezagun baina zabal bat erakunde pribatuek eta norbanakoei tratatu

zuten. 1945erako, esne-esporen gaitza hedatuta zegoen Connecticut, New York, New Jersey, Delaware eta Marylandeko kakalardo-populazioen artean. Aztertutako eremu batzuetan, infektatutako larben proportzioa ehuneko 94 izatera iritsi zen. Programaren banaketa, gobernuaren enpresa gisa, 1953an utzi zuten bertan behera, eta ekoizpena laborategi pribatu batek hartu zuen bere gain, eta norbanakoak, auzo-elkarteak eta kakalardoaren kontrola interesatzen zaion beste edonor hornitzen jarraitzen du.

Programa hori gauzatu zen ekialdeko eremuetan babes natural handia dute orain kakalardoaren aurka. Organismoak urteak ematen ditu lurzoruan aktibo, eta egonkor finkatua dago, beraz, ondorio guztietarako; hala, eraginkortasuna areagotzen da, eta etengabe hedatzen da agente naturalen bidez.

Ekialdeko lorpen eraginkor horiek ikusita, zergatik ez zituzten prozedura berarekin saioak egin Illinoisen eta erdi-mendebaldeko beste estatu batzuetan, non kakalardoaren bataila kimikoari halako grinarekin ekin baitzaio orain?

Esan digute esne-esporen gaitzaren inokulazioa «garestiegia» dela —ekialdeko hamalau estatuetan 1940an inork ez zuen halakotzat jo—. Eta zer kontabilitate mota erabilita iritsi ziren «garestiegi» iriztera? Segur aski, ez zuten aintzat hartuko Sheldoneko ihinzadura eragin zuen programak eta haren antzekoek ekarritako erabateko suntsiketaren benetako kostu osoa. Iritzi horrek, gainera, ez du aintzat hartzen esporen bidezko inokulazioa behin baino ez dela egin behar; lehenengo kostua da kostu bakarra.

Era berean, esan digute esne-esporen gaitza ezin dela erabili kakalardoaren bizi-eremuaren periferian, zeren larba-populazio handia lurzoruan *jada* presente dagoen tokietan baino ezin baita finkatu. Ihinzaduraren aldeko beste adierazpen asko bezala, hori ere eztabaidagarria da. Egindako azterketen arabera, esne-esporen gaitza eragiten duen bakterioak gutxienez beste berrogei espezietao kakalardoak —kolektibo moduan, banaketa hedatu samarra dute— infektatzen ditu, eta gaitza finkatzeko aukera guztiak ditu, nahiz eta kakalardo japoniarraren populazioa oso txikia izan edo bat ere ez egon. Are gehiago, lurzoruan esporak luzaroan egoten direnez aktibo, larbarik ez dagoenean ere sar daitezke —kakalardo-izurritea dagoen eremuaren ertzetan, adibidez—, kakalardo-populazioa iritsi ahala lanean hasteko.

Nola edo hala berehalako emaitzak nahi dituzten horiek kakalardoaren kontra produktu kimikoak erabiltzen jarraituko dute, dudarik gabe. Hori bera egingo dute gauzak atzera uzteko joera modernoaren aldekoek; izan ere, kontrol kimikoak bere buruari irauarazten dio, errepikapen sarriak eta garestiak eskatzen baititu.

Bestalde, denboraldi bat edo bi gehiago emaitza guztien zain egon gura dutenak esne-gaitzera itzuliko dira; denbora pasa ahala eraginkorrago bilakatzen den kontrol iraunkorra jasoko dute ordainetan.

Ikerketa-programa zabal bat bidean da Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuaren Peoriako laborategian (Illinois), esne-gaitzaren organismoa bitarteko artifizial batean kultibatzeke modua aurkitzeko. Horrek asko gutxituko du haren kostua, eta haren erabilera areagotzea suspertu behar luke. Lanean urte batzuk eman ondoren, emaitza arrakastatsu batzuen berri eman dute orain. «Inbasio» hori erabat errotuta dagoenean, agian, sena eta perspektiba pixka bat berrezarriko dira kakalardo japoniarrarekin ditugun harremanetan. Haren harrapaketa-aldien unerik okerrenean ere ez dira inoiz izan justifikatzeko modukoak erdi-mendebaldeko programa horietako batzuen amesgaiztoko gehiegikeriak.

Illinois ekialdeko ihintzadurak eta hura bezalako jazoerek arazo zientifikoa soilik ez, morala ere eragiten dute. Kontua da zibilizazio batek egin ote dezakeen biziaren aurkako gerra gupidagabea bere burua suntsitu gabe eta zibilizatutzat hartzeko eskubidea galdu gabe.

Intsektizida horiek ez dira pozoiz selektiboak; ez dituzte hautatzen gainetik kendu nahi ditugun espezieak. Pozoi hilgarriak direlako beste arrazoirik gabe erabiltzen dira. Hortaz, ukitzen dituen bizidun oro pozoitzen dute: familia batek maite duen katua, nekazariaren ganadua, soroan dagoen untzia eta zeruan dabilen hegatzabal adarduna. Izaki horiek errugabeak dira, ez diote inongo kalterik egin gizakiari. Benetan, haien eta antzekoen existentzia soilak atseginagoa egiten dute gizakiaren bizitza. Gizakiak, ordea, heriotzarekin saritzen ditu, bat-bateko heriotza ikaragarriarekin. Sheldonen behatzaile ziren zientifiko batzuek honela deskribatu zituzten hilzorian aurkitutako larre-hegatzabal baten sintomak:

Ezin zituen giharrak koordinatu, ezta hegan egin edo geldirik egon ere, baina hegoak astintzen eta atzaparrak estutzen jarraitzen zuen

albo batera etzanda zegoen bitartean. Mokoa luzatuta eta arnasestuka zegoen.

Heriotzako ohiko jarrera zuten lurreko urtxintxa hilen testigantza mutua are penagarriagoa zen. Bizkarra makurtuta, eta aurreko hanketako atzapar-muturrak gogor hetsirik toraxera uzkurtuta zeuden... Burua eta lepoa erorita zituzten, eta asko, ahoan zikinkeria zutela, lurrari hozkaka aritu izan balira bezala.

Izaki bizi bati halako sufrimendua eragin diezaiokeen ekintza baten aurrean amore emanez gero, gutako nork ez du galtzen giza izaera?

8. kapitulua

Eta txori-kanturik ez

Estatu Batuetako eremu gero eta zabalagoetan, hegaztien itzulerak iragarri gabe iristen da orain udaberria, eta, goizean goiz, isiltasun arrotza da nagusi lehen txori-kantuen edertasunak betetzen zituen egunsentietan. Txori-kantuen bat-bateko isiltze hori, gure munduari hegaztiek ematen dioten kolorearen, edertasunaren eta onuraren deuseztatze hori, bizkor eta maltzurki jazo da, eta eragin hori oraindik jasan ez duten herrietako biztanleak konturatu gabe.

Hinsdale herritik (Illinois), etxekoandre batek etsi-etsi eginda idatzi zion munduko ornitologo nagusietako bati, Amerikako Historia Naturalaren Museoko hegaztien saileko ohorezko komisario Cushman Murphyri.

«Hemen, gure herri honetan, zumarrak urteetan zehar ihinzatu izan dira», idatzi zuen 1958an. «Hona etorri ginenean, duela sei urte, hegazti ugari zeuden. Jantokia jarri nuen, eta, negu osoan, kardinal, amilotx, hegazti urtar eta garrapo ugari izan nituen, eta, udan, kardinal eta amilotxek kumeak ekarri zituzten.

DDTarekin ihinzatzen zenbait urte eman ondoren, txantxangorri amerikar eta arabazozoz ia erabat hustu da herria; badira bi urte amilotxak ez direla nirera etortzen, eta, aurten, kardinalak ere joanak dira. Auzoan habia egiten duten bakarrak uso pare bat eta, agian, miaulari-familia bat dira antza denez.

Gogorra da hurrei esatea txoriak akabatu dituztela jakinik hegaztiak hilketa edo harrapaketatik babesten dituen lege federal bat dagoela ikasi dutela eskolan. ‘Inoiz itzuliko al dira?’ galdetzen dute, eta nik ez dut erantzunik. Zumarrak hiltzen jarraitzen dute, eta berdin hegaztiak. Zerbait egiten al *da*? Zerbait egin al *daiteke*? Zerbait egin al *dezake*?»

Urtebete geroago, gobernu federalak ihintzatze-programa itzel bati ekin zion su-inurriaren aurka; Alabamako emakume batek hau idatzi zuen:

«Gure herria benetako babesleku izan da hegaztientzat menderdiz baino gehiagoz. Aurreko uztailan, gu guztiok zera aipatu genuen: «Inoiz baino hegazti gehiago dago.» Orduan, bat-batean, abuztuko bigarren astean, guztiak desagertu ziren. Goiz jaikitzen ohituta nengoen nire behor gogokoena eta haren behoka zaintzeko. Ez zen txori-kanturik entzuten. Izugarria zen, beldurgarria. Zer egiten ari zitzaien gizakia gure mundu perfektu eta ederrari? Azkenean, hilabete batzuk geroago, eskinoso urdin bat eta txepetx bat agertu ziren».

Emakume horrek aipatutako udazkeneko hilabete horiek beste kronika ilun batzuk ere ekarri zituzten hegoalde sakonetik. Mississippi, Louisiana eta Alabaman, Audubon Elkarte Nazionalak eta Estatu Batuetako Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuak hiru hilean behin argitaratzen zuten *Field Notes* aldizkarian, ohartarazi zuten nabarmena zela «hegazti oroz ia erabat hustutako zuriuneen fenomeno». Behatzaile trebatuen txostenen bilduma da *Field Notes*, nork bere eremuan landa-behaketan urte asko eman ondoren eskualdeko hegaztien ohiko bizitzaz jakintza paregabea eskuratu duten behatzaileek egindako txostenen bilduma, alegia. Behatzaile horietako batek aditzera eman zuenez, udazken hartan, Mississippi hegoaldean gidatzen ari zela, lurreko hegazti bakar bat ere ez zuen ikusi distantzia luzeetan. Beste batek, Baton Rougen, adierazi zuen haren jantokietako edukia «asteak eta asteak» egon zela ukitu gabe, eta lorategiko fruitu-zuhaixkek, garai hartarako erabat garbi egon behar zutenek, aiez beteta jarraitzen zutela. Beste batek zioen bere leihoko argazkiak, «berrogei edo berrogeita hamar kardinalen kolore gorriaz ziprztindutako eta beste espezie batzuez beteriko pasaia erakusten ohi zuenak, hegazti baten edo biren ikuspegia baino ez» zuela ematen. Virginia mendebaldeko unibertsitateko irakasle Maurice Brooksek, Appalachian eskualdeko hegaztietan adituak, jakinarazi zuen Virginia mendebaldeko hegazti-populazioak «murrizketa ikaragarria» jasan zuela.

Historia bat baliagarri izan daiteke hegaztien patuaren sinbolo gisara, espezie batzuetara heldu eta beste guztiak arriskuan jarri dituen patuaren sinbolo gisara. Txantxangorri amerikarraren historia da, edonork ezagutzen duen hegaztiarena. Milioika estatubatuarrentzat,

sasoiko lehenengo txantxangorri amerikarrak adierazten du neguaren gordina amaitu dela. Haren etorrera egunkarietan agertzen da, eta gosari-orduan ilusioz aipatzen dute. Eta migratzaileen kopurua handitzearekin eta basoetan lehenengo puja berdeak agertzearekin batera, jende andanak txantxangorri amerikarren egunsentiko lehenengo korua entzuten du goizean goiz. Baina guztia aldatuta dago orain, eta hegaztien itzulera bera ere ez da segurutzat hartu behar.

Txantxangorri amerikarraren biziraupena, eta beste espezie batzuen, zumar amerikarrari zeharo lotuta dago, antza, Atlantikotik Mendi Harritsuetara dauden ehunka hiriren historiaren zati den eta hango kaleak eta plazak eta unibertsitateetako campusak arkupe berde dotoreekin apaintzen dituen zuhaitzari lotua. Zumarrak gaitzak jota daude orain, haien bizi-eremu osoan zehar, eta gaitza hain larria da, ezen aditu askok uste baitute zumardiak salbatzeko ahalegin guztiak azkenean alferrikakoak izango direla. Tragikoa litzateke zumarrak galtzea, baina bi bider tragikoagoa litzateke haiek salbatzeko alferreko ahaleginetan gure hegazti-populazioaren gehiengo galzoriaren ilunpean murgiltzea. Eta horixe egin dugu, hain zuzen.

Herbehereetako zumarraren gaitz deiturikoa Europatik sartu zen Estatu Batuetan, 1930 aldera, xaflagintzarako inportatutako zumar-enborren adabegietan. Onddoek eragindako gaitza da; organismoak zuhaitzaren ur-zainak inbaditzen ditu, eta izerdi-jarioan doazen esporen bidez hedatzen da. Adarrak zimeltzea eta arbola hiltzea eragiten dute haien sekrezio pozoitsuek zein tratatze mekanikoez. Gaixotutako zuhaitzetatik zuhaitz osasuntsuetara hedatzen da gaitza, zumar-kakalardoaren bidez. Hildako zuhaitz-enborren azpian intsektuek egin dituzten galeriak onddo inbaditzailearen esporekin kutsatzen dira, eta esporak intsektuaren gorputzean itsasten dira; hala, kakalardoak hegan egiten duen edonora zabaltzen dira. Zumarren onddo-gaitza kontrolatzeko ahaleginak intsektugarraiolaria kontrolatzera bideratu izan dira luzaroan. Komunitatez komunitate, zumar amerikarraren gotorlekua den horretan, bereziki —hau da, mendebalde ertainean eta Ingalaterra Berrian—, ihintzadura intentsiboa ohiko prozedura bilakatu da.

Michiganeko Estatu Unibertsitateko bi ornitologok argitu zuten, lehenengo aldiz, ihintzadura horrek hegaztiei, bereziki txantxangorri amerikarrei, zer ekar diezaikeen: George Wallace katedradunak eta haren ikasle graduatuetako batek, John Mehnerrek. Mehner jaunak

doktoretza-lana hasi zuenean, 1954an, txantxangorri amerikarren populazioarekin zerikusia zuen ikerketa-proiektua aukeratu zuen. Kasik halabezarrez izan zen, zeren garai hartan inork ez baitzuen txantxangorri amerikarrak arriskuan egon zitezkeen susmorik. Behin lanari ekin zionean, lanaren izaera aldatuko zuten eta berari materiala kenduko zioten gertaerak jazo ziren.

Herbehereetako zumarraren gaitzaren aurkako ihintzadurak egiten hasi ziren, eskala txikian, unibertsitateko campusean, 1954an. Hurrengo urtean, East Lansing hiriak (unibertsitatea han dago) parte hartu zuen egitasmoan, eta campuseko ihintzadura hedatu egin zen. *Lymantria dispar* sitsa eta eltxoa kontrolatzeko toki-programak ere abian zituzten, eta produktu kimikoen jasa uholde bilakatu zen.

1954an, ihintzadura arinaren lehenengo urtean, guztiak ongi zirudien. Hurrengo udaberrian, txantxangorri amerikar migratzaileak itzultzen hasi ziren campusera, ohi bezala. Tomlinsonen *The Lost Wood* saiakera ahaztezineko ezkila-loreak bezala, «ez zuten ezer txarrik espero» lurralde ezagunak berriro hartu zituztenean. Baina laster geratu zen agerian zerbait oker zihoala. Txantxangorri amerikarrak hilik eta hiltzorian agertzen hasi ziren campusean. Hegazti gutxi ikusten ziren ohi bezala bazka bilatzen edo ohiko pausalekuetan bildurik. Habia gutxi egin zituzten, eta txita gutxi agertu ziren. Eredua erregulartasun monotonoz errepikatu zen ondorengo udaberrietan. Ihintzatutako eremua tranpa hilgarri bilakatu zen, txantxangorri amerikar migratzaileen olatu bakoitza astebeteren buruan akabatuko zuen tranpa. Ondoren gehiago etorri ziren, baina hiltzorian dardarizoka campusean ikusitako hegazti kondenatuak kopurua areagotzeko baino ez.

«Campusa hilerri bilakatu da udaberrian hemen kokatzen saiatzen diren txantxangorri amerikar gehienentzat», esan zuen Wallace doktoreak. Zergatik, ordea? Hasieran, susmoa hartu zuen nerbio-sistemako gaitzen bat ote zen, baina, laster, begi-bistakoa zen, jendeari intsektizidak «hegaztientzat kaltegarriak ez zirela» segurtatzen zitzaion arren, txantxangorri amerikarrak intsektizidak pozoituta hiltzen ari zirela; sintoma oso ezagunak zituzten, oreka galtzea, dardarizokak, konbultsioak... eta heriotza.

Hainbat gertakari iradokitzen zuten txantxangorri amerikarrak pozoitzen ari zirela; ez hainbeste intsektizidekin kontaktu zuzena zutelako, lur-zizareak jaten zituztelako baizik. Ohartu gabe, campuseko

lur-zizareak eman zizkieten jateko karramarroei, ikerketa-proiektu batean, eta karramarro guztiak hil laster. Laborategian kaiola batean gordetzen zuten suge bat dardarizo bizian jarri zen horrelako zizareak jateko eman ondoren. Eta, txantxangorri amerikarrentzat, lur-zizareak dira bazka nagusia udaberrian.

Kondenatutako txantxangorri amerikarren puzzlea osatzeko funtsezko pieza bat jarri zuen laster Illinoisko Historia Naturalaren Ikerketa Saileko doktore Roy Barkerrek (Urbana). Barker doktorearen lanak —1958an argitaratua— gertakarien ziklo korapilatsuaren aztarnari jarraitzen zion, txantxangorri amerikarraren patua lur-zizareen bidez zumarrei lotuta dagoela erakusten duten gertakariei, alegia. Zuhaitzak udaberrian ihinztatzen dira (batez beste, 2-6 libra DDT izaten dira 50 oineko arbolako; hau da, 23 *libra akreko*, zumarrak ugari diren tokietan), eta, askotan, uztailean berriro, kontzentrazio horren erdiarekin gutxi gorabehera. Ihinztagailu indartsuen bidez, pozoijasa jaurtitzen zaie zuhaitz garaienei goitik behera, eta zuzenean akabatzen dira, ez bakarrik jomuga diren organismoak —hau da, zumar-kakalardoa—, baita beste intsektu batzuk ere —espezie polinizatzaileak eta armiarma eta kakalardo harrapariak barne—. Hostoak eta enborra pozoj-geruza itsaskor batez estalita geratzen dira. Euriak ez du garbitzen. Udazkenean, hostoak lurrera erortzen dira, geruza blaituetan metatzen dira, eta lurzorurekin bat egiteko prozesu mantsoa hasten da. Prozesu horretan, lur-zizareen laguntza dute; izan ere, zizareek orbela jaten dute, eta zumar-hostoak gehien maite dituztenen artean daude. Orbela janez, zizareek intsektizida irensten dute beti, eta metatu eta kontzentratu egiten da haien gorputzean. Baker doktoreak DDT-metaketak aurkitu zituen zizareen digestio-hodi osoan, odol-hodietan, nerbioetan eta gorputzaren paretetan. Dударik gabe, lur-zizare batzuk hil egin ziren, baina beste batzuek bizirik iraun zuten, eta pozoia «anplifikadore biologiko» bilakatu ziren. Udaberrian, txantxangorri amerikarrak itzultzen dira, zikloa beste lotura batez hornitzeko. Hamaika lur-zizare handi baino ez dira behar txantxangorri amerikar bati DDT-dosi hilgarria transferitzeko. Eta hamaika zizarek eguneko dietaren zati txiki bat osatzen dute hamar-hamabi lur-zizare beste hainbeste minututan jaten dituen hegazti batentzat.

Txantxangorri amerikar guztiek ez dute dosi hilgarria jasotzen, baina beste ondorio batek ekar dezake espeziearen galzoria, pozoitze

larriak bezain seguru. Antzutasunaren itzala sumatzen da hegaztiei buruzko ikerketa guztietan, eta, jakina, haren ahalmen-eremuko izaki bizidun oro barne izateraino luzatzen da. Michiganeko Estatu Unibertsitateko campusaren 185 akreetan, hamabi edo hamahiru dozena txantxangorri amerikar baino ezin dira aurkitu orain udaberri oro; ihinzatu aurretik, ordea, 370 bat heldu izango ziren eremu horretan, gutxienez 1954an, Mehner-ek behatzen zituen txantxangorri amerikarren habia guztietan jaio ziren txitak. 1957ko ekainaren amaiera aldera, *txantxangorri amerikar kume bakarra* aurkitu ahal izan zuen Mehner-ek; ihinzatdurak hasi aurreko urteetan, ordea, 370 kume baino gehiago (helduen populazioa ordezkatu ahal izateko kopuru normala) bazkatzen ohi ziren campusean. Urtebete geroago, Wallace doktoreak zera eman zuen aditzera:

«Udaberri edo udan osoan [1958an], ez nuen txantxangorri amerikar txitarik ikusi campus nagusian, eta bakarraren bat ikusi zuen beste norbait bilatzean ere berdin hutsegin nuen».

Txantxangorri amerikar bikoteetako bat edo biak errute-zikloa osatu baino lehen hiltzen direlako huts egiten du, besteak beste, ugaltzeak, jakina. Baina Wallacek baditu zerbaite okerragoa adierazten duten datu garrantzitsu batzuk, hegaztien ugaltzeko gaitasunaren egiazko suntsipena erakusten duten datuak. Datu horietako batzuek, adibidez, erakusten dute zenbait txantxangorri amerikarrek eta beste hegazti batzuek habiak egiten dituztela baina ez dutela arrautzarik erruten, eta beste batzuek arrautzak erruten eta txitatzen dituztela baina ez dela txitarik jaiotzen. Txantxangorri amerikar bati buruzko txosten batek adierazten du arrautzak hogeita bat egunez behar bezala txitatu zituen arren ez zela txitarik sortu. Ohiko inkubazioaldia hamahiru egunekoa da... «Gure analisisetan, DDT-kontzentrazio handiak agertzen dira umatzen ari diren hegaztien testikulu eta obarioetan», azaltzen zion kongresu-batzorde bati 1960an. «Hamar arrek 30 ppm-tik 109 ppm-ra bitarteko kontzentrazioak zituzten testikuluetan, eta bi emek, hurrenez hurren, 151 eta 211 ppm obarioetako arrautza-mintzetan».

Laster, beste arlo batzuetako ikerketak aurkikuntza horiek bezain etsigarri bihurtzen hasi ziren. Txantxangorri amerikarraren hilkortasun-tasa gutxienez ehuneko 86 eta 88 bitartekoa zela aditzera eman zuten Wisconsineko Unibertsitateko katedradun Joseph Hickey

eta haren ikasleek, ihintzatutako eta ihintzatu gabeko eremuen ikerketa konparatibo arduratsuak egin ondoren.

Cranbrookeko Zientzia Institutuak (Bloomfield Hills, Michigan), zumarren ihintzadurak eragindako hegazti-galera zenbatekoa zen neurtzeko ahaleginean, 1956an eskatu zuen DDT pozoiairen biktima zirela uste zuten hegazti guztiak institutura eramateko, aztertzeko.

Erantzuna espero baino askoz hobea izan zen. Aste gutxian, institutuko izozkailuak gainezka zeuden, eta beste espezipen batzuk kanpoan utzi behar izan ziren. 1959rako, herri bakar horretako mila hegazti pozoitu eraman zituzten edo haiei buruzko datuak zeuden. Biktima nagusia txantxangorri amerikarra izan zen arren (emakume batek institutura eginiko dei batean jakinarazi zuen hamabi txantxangorri amerikar hilik erori zirela bere belardian hizketan ari zen bitartean), hirurogeita hiru espezieta aleak zeuden institutuan aztertutakoen artean.

Txantxangorri amerikarrak, orduan, zumarren ihintzadurarekin lotutako suntsidura-katearen parte bat baizik ez dira, eta zumarren programa bera ere gure lurra pozoiekin estaltzen duten ihintzadura-programa ugarietako bat baino ez da. Laurogeita hamar bat espezieta hegazti asko hil dira, aldirietako biztanleentzat eta naturalista amateurrentzat ezagunenak diren espezie horietakoak barne. Habia egiten duten hegaztien populazioa, oro har, ehuneko 90 jaitsi da ihintzatutako herri batzuetan. Ikusiko dugun bezala, hegazti-espezie guztiek jasan dute eraginen bat: lurrean bazkatzen direnak, adaburu edo enborretan bazkatzen direnak, harrapariak.

Zentzuzkoa da pentsatzea jateko lur-zizareen edo lurzoruko beste organismo batzuen mende erabat dauden hegazti eta ugaztun guztiak txantxangorri amerikarraren zori bera izateko arriskuan daudela. Berrogeita bost hegazti-espezie ingururen dietan daude lur-zizareak. Oilagorra da horitako bat; duela gutxi heptakloroarekin gogotik ihintzatu diren hegoaldeko eskualdeetan igarotzen du negua. Bi aurkikuntza adierazgarri egin dira orain oilagorrari dagokionez. New Brunswickeko labore-lurretako txitaldiak murriztu egin dira, dudarik gabe, eta analizatutako hegazti helduek DDT- eta heptakloro-hondakin ugari dituzte.

Lurrean bazkatzen diren beste hogeit hamar hegazti-espezie baino gehiagoren hilkortasun-tasa handiari buruzko datu kezagarriak daude

jada, haien bazka —zizareak, inurriak, larbak edo lurzoruko beste organismo batzuk— pozoituta baitago. Horien barruan txori-kantu dotoreenetakoak dituzten hiru birigarro daude: *Catharus ustulatus*, *Catharus mustelinus*, eta *Catharus guttatus*. Basoetako zuhaixken artean hegan egiten duten eta orbelaren artean xuxurlatuz bazkatzen diren txolarreak ere —*Melospiza melodia* eta *Sylvia communis*— zumarren ihintzaduren biktimak dira.

Ugaztunak ere aise nahas daitezke zikloan, zuzenean edo zeharka. Lur-zizareak garrantzitsuak dira mapatxearen dietan, eta zarigueiek udaberrian eta udazkenean jaten dituzte. Zenbait zulakarik, satitsu eta satorrek, adibidez, multzoka harrapatzen dituzte, eta, orduan, agian, pozoia hontz ertainei, hontz zuriei edo antzeko harrapariei pasatzen diete. Hilzorian zeuden zenbait hontz jaso zituzten Wisconsinen, udaberrian izandako euri-jasa bortitzen ondoren, lur-zizareak jateagatik pozoituta beharbada. Belatzak eta hontzak dardarka aurkitu izan dituzte —hontz amerikarrak, hontz ertainak, belatz sorbaldagorriak, gabiraiak, mirotz zuriak— Bigarren mailako pozoitze-kasuak izango dira horienak, ziurrenik; giblean edo beste organo batzuetan intsektizidak pilatu dituzten hegaztiak edo saguak jateagatik pozoituko ziren.

Zumar-hostoen ihintzadurak arriskuan jartzen dituen izaki bakarrak ez dira lurrean bazkatzen direnak edo horiek harrapatzen dituztenak. Adaburuetan bazkatzen diren guztiak, hau da, intsektuak hostoetatik biltzen dituzten hegaztiak, desagertu egin dira gogor ihintzatutako eremuetatik. Horien artean daude basoetako iratxoak, erregetxoak —*Regulus calendula* eta *Regulus satrapa*—; eltxo-harrapatzaile nimiñoak; eta txinboetako asko —haien saldo migratzaileek, udaberrian, zuhaitzen artean hegan egiten dute, bizi-olatu koloretsuen gisara—. 1956an, udaberria atzeratu egin zen, eta beranduago ihintzatu zituzten bazterrak; orduan, txinboen migrazio-olatu bereziki handi baten etorrerarekin bat egin zen. Inguru hartan zeuden txinbo-espezie ia guztietako hegaztiak harrapatu zituen ondoren gertatu zen hilketa handiak. Whitefish Bayn (Wisconsin), gutxienez mila mirto ikus zitezkeen migratzen aurreko urteetan; 1958an, zumarren ihintzaduraren ostean, bi baino ez zituzten aurkitu behatzaileek. Beraz, beste komunitate batzuetako espezieek luzatu egin dute zerrenda, eta ihintzadurak akabatutako txinboen artean daude ezagutzen dituen edonorentzat xarmagarrienak eta liluragarrienak direnak: zuri-beltza;

horia; magnolia; tigre-itxurakoa; labegilea, zeinaren deiak basoetan dar-dar egiten baitu maiatzean; *Dendroica fusca*, zeinaren hegоек su-kolorearen printzak baitituzte; *Dendroica pensylvanica*; kanadarra; eta *Dendroica virens*. Adaburuetan bazkatzen diren hegazti horiek bi modutara jasotzen dute eragina: zuzenean, intsektu pozoituak janez, eta zeharka, bazkaren urritasunagatik.

Bazkarik ezak ere gogor astindu ditu zeruak zeharkatzean aireko intsektuak, sardinzarrek itsasoko planktona bezala, xurgatzen dituzten enarak. Wisconsineko naturalista batek honela idatzi zuen:

«Enarek jipoi gogorra jaso dute. Duela lauzpabost urte zirenekin alderatuta orain oso gutxi direla eta, kexu da jende guztia. Gure zerua beterik zegoen duela lau urte. Orain gutxitan ikusten ditugu horrelakoak... Ihinzta-urengatik intsektu-gabeziagatik edo intsektu-pozoitzeagatik izan liteke».

Beste hegazti batzuei buruz, hauxe esan zuen behatzaile berak:

«Galera nabarmenak izan dituen beste bat *Sayornis phoebe* espeziea da. Euli-txoriak urri dira edonon, baina *Sayornis phoebe* goiztiar sendo arruntik ez dago jada. Udaberri honetan bat ikusi dut, eta aurreko udaberrian ere bakarra. Beste hegaztizale batzuk ere kontu berarengatik kexu ziren Wisconsinen. Bost edo sei pare kardinal nituen lehen, orain batere ez. Txepetx, txantxangorri amerikar, miaulari eta hontzek habia egin izan dute urtero gure lorategian. Bat ere ez dago orain. Udako goizetan ez da txori-kanturik entzuten. Izurri-hegaztiak, usoak, arabazozoak eta etxe-txolarreak baino ez dira geratzen. Negargarria da, eta ezin dut jasan».

Udazkenean zumarrei aplikatutako ihinzadura ezkutua, zuhaitz-enborreko tarte txiki guztietan barna pozoia zabaltzen dutenak, dira agian amilotxak, garrapoak, kaskabeltzak, okilak eta *Certhia americanak* urritzearen erantzule. 1957-58ko neguan, urte askoan lehenengo aldiz, Wallace doktoreak ez zuen amilotxik edo garraporik ikusi bere etxeko jantokian. Geroago aurkitu zituen hiru garrapok kausa-ondorio lezio txiki bat eskaini zioten pausoz pauso: bat zumarretik jaten ari zen, bestea hiltzorian aurkitu zuen DDTaren ohiko sintomekin, eta hirugarrena hilik zegoen. Geroago ikusi zuen hiltzorian zegoen garrapoak 226 ppm DDT zuela ehunetan.

Jateko ohiturak direla eta, bereziki kalteberak dira hegazti horiek intsektiziden aurrean. Gainera, hegazti horiek galtzea tamalgarria da,

bai arrazoi ekonomikoengatik, bai horren hautemangarriak ez diren beste arrazoi batzuegatik. *Sitta carolinensis* and *Certhia american*aren udako bazka, adibidez, zuhaitzentzat kaltegarriak diren intsektu mordo baten arrautza, larba eta helduz osaturik dago. Amilotxen janariaren hiru laurden animaliakia da, eta intsektu askoren bizitza-zikloaren epe guztiak hartzen ditu. Benten *Life Histories of North American birds* lan eskergan deskribaturik dago amilotxaren bazkatzeko metodoa:

«Saldoak aurrera egin ahala, amilotx bakoitzak zehatz-mehatz aztertzen ditu zuhaitz-enbor, adar eta adaxkak, mokadu txikien bila (armiarma-arrautzak, lore-begiak edo bestelako intsektu letargikoak)».

Zenbait egoeratan intsektuak kontrolatzeko hegaztiekin betetzen duten paper garrantzitsua finkatu dute ikerketa zientifiko batzuek. Horrela, okilak dira Engelmanen izeiko kakalardoaren kontrolatzaile nagusiak, haren populazioa ehuneko 45-98 bitarte urritzen baitute. Garrantzitsuak dira, era berean, sagastietako sagar-harraren kontrolean. Amilotxek eta neguko beste hegazti batzuek baratzeak beldarretatik babesten dituzte.

Baina naturan gertatzen dena ez dago onartua produktu kimikoz blaitutako mundu modernoan; mundu modernoan ihintzadurak ez ditu suntsitzen intsektuak soilik, bata haien etsai nagusiak ere, hegaztiak. Geroago, intsektuen populazioa suspertzen denean, ia beti gertatzen den bezala, hegaztiak ez daude han haien kopurua kontrolatzeko. Milwaukeeko Museo Publikoko hegaztien arduradunak, Owen J. Grommek, hala azaldu zuen *Milwaukee Journalen*:

«Intsektuaren etsairik handienak beste intsektu harrapari batzuk, hegaztiak eta ugaztun txiki batzuk dira, baina DDTak bereizi gabe akabatzen ditu denak, naturaren beraren babesleak edo poliziak barne... Aurrerapenaren izenean, intsektuak kontrolatzeko geure modu gaiztoen biktima bilakatuko al gara denboraldi baterako erosotasuna lortzearen, azkenean galtzen ateratzeko? Nola kontrolatuko ditugu zumarra desagertu ondoren geratuko diren zuhaitz-espezieak kaltetuko dituzten izurrite berriak, naturaren babesleak (hegaztiak) pozoia-aren bidez deuseztatzen baditugu?»

Grommek jakinarazi zuen Wisconsinen ihintzadurak hasi zirenetik hilik eta hilzorian agertu ziren hegaztiei buruzko deiak eta eskutitzak etenik gabe areagotu zirela urteetan. Galdetuta, kasu

guztietan erantzuten zuten hegaztiak hiltzen ari ziren eremuak ihintzatu edo fumigatu egin zituztela.

Grammeren esperientziarekin bat zetozen Mendebalde Ertaineko ikerketa-zentro gehienak, hala nola Michiganeko Cranbrook Institutua, Illinoiseko Historia Naturalaren Ikerketa Saila eta Wisconsineko Unibertsitatea. Ihintzatutako edozein tokitako egunkarietako irakurleen gutunen saila ikustea nahikoa zen konturatzeko herritarrak erne eta haserre zeudela, eta, gainera, oso ondo ulertzen zituztela ihintzaduren arriskuak eta kontraesanak —ihintzadurak agindu zituzten funtzionarioek baino hobeto—.

«Beldurra diet laster etorriko diren egunei, gure etxe atzeko lorategian hegaztiak hiltzen hasiko baitira», idatzi zuen Milwaukeeko emakume batek. «Esperientzia penagarria da, bihotza urratzen du... Zapuztekoa eta amorragarria da, gainera, begi-bistakoa baita akabatze horrek ez duela bere helburua betetzen. Gaia, xehe-xehe aztertuta, babestu al ditzakegu zuhaitzak hegaztiak ere babestu gabe? Naturaren zuhertasunaren barruan, ez al du batak bestea babesten? Lagundu al dakioke naturaren orekari natura bera suntsitu gabe?»

Beste gutun batzuetan, aditzera eman zuten zumarrak, itzal dotoreko zuhaitzak izan arren, ez direla «behi sakratuak», eta, hortaz, ez duela justifikaziorik haren izenean beste izaki guztien aurkako suntsiketa-kanpaina ireki bati ekiteak. «Beti maite izan ditut gure paisaiaren marka erregistratua ziruditen zumarrak» idatzi zuen Wisconsineko beste emakume batek.

«Baina zuhaitz mota asko daude... Gure hegaztiak ere salbatu behar ditugu. Inork imajina al dezake txantxangorri amerikarren kanturik gabeko udaberri bat bezain goibel eta triste den zerbait?»

Zuriaren eta beltzaren arteko aukera soiltzat hartuko du jendeak erraz asko: hegaztiak ala zumarrak izan behar ditugu? Baina ez da horren sinplea, eta, kontrol kimikoaren alorrean ugari diren ironia horietako batengatik, baliteke bai bata eta bai bestea gabe geratzea bide dagoeneko luze honetatik jarraitzen badugu. Ihintzadura hegaztiak akabatzen ari da, baina ez da zumarrak salbatzen ari. Zumarren salbazioa spray-muturrean dagoelako irudipena argi-txakur arriskutsua da, eta, emaitza iraunkorrik eman gabe, komunitate bat bestearen atzetik dirutza xahutzeko zingira batean murgiltzera daramatza. Greenwich, Connecticut, hamar urtean aldizka-aldizka ihintzatuak. Orduan, lehorte

batek kondizio ezin hobeak ekarri zituen kakalardoarentzat, eta zumarren hilkortasunak ehuneko 1.000 egin zuen gora. Urbanan (Illinois) Illinoiseko Unibertsitatea dagoen herrian, Herbehereetako zumarren gaitza 1951n agertu zen lehenengoz. Ihinztadurak 1953an hasi ziren. 1959rako, unibertsitateko campusak zumarren ehuneko 86 galdu zituen, ihinztatzen sei urte eman arren; horietatik erdiak, Herbehereetako zumarren gaitzarengatik. Toledon (Ohio) antzeko esperientzia batek ihinztaduren emaitzak modu errealistan aintzat hartzera bultzatu zuen Joseph A. Sweeney basogintzako arduraduna. Ihinztadurak 1953an hasi ziren, eta 1959an ere jarraitu zuten. Bitartean, dena den, Sweeney jauna ohartu zen *Pulvinaria innumerabilis* kukurutxaren okerrera egin zuela hiri osoan, «liburuek eta agintariek» gomendatutako ihinztaduren ondoren. Herbehereetako zumarren gaitzaren aurkako ihinztadurak berraztertzea erabaki zuen. Egin zituen aurkikuntzek harrituta utzi zuten. Konturatu zen Toledo hirian gaixo edo gaixotzeko zorian zeuden zuhaitzak kentzeko arin samar ibili ginen eremuak zirela kontrolpean zeuden bakarrak. Ihinztaduren mende geunden eremuetan, gaitza kontroletik kanpo zegoen. Landa-eremuetan, ezer egin ez zen tokietan, gaitza ez zen hedatu hirian bezain azkar. Horrek esan nahi du ihinztadurak edozein etsai natural akabatzen duela. Herbehereetako zumarren gaitzari aurre egiteko ihinztadura bertan behera uzten ari gara. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuaren gomendioekin bat egiten duen jendearekin eztabaidak izatera eraman nau horrek, baina frogak ditut, eta horri helduko diot.

Zaila da ulertzen Mendebalde Ertaineko hiri horiek, non zumarren gaitza duela gutxi samar hedatu baita, zergatik ekin dieten horren sutsu ihinztatze-programa handi eta garestiei, arazoa ongi ezagutzen duten beste toki batzuetako esperientzia aztertu arte zain egon gabe, antza denez. New Yorkeko estatuak du, adibidez, Herbehereetako zumarren gaitzaren kontrako etengabeko esperientziarik luzeena, gaitz hori, Estatu Batuetan, New Yorkeko portutik sartu baitzen, antza, 1930 inguruan. Eta New Yorkeko estatuak du, gaur egun, lorpenik eraginkorrena gaitza kontrolpean izateari eta indargabetzeari dagokionez. Alabaina, ez da ihinztadurez fidatu. Berez, hango nekazaritza-zerbitzuak ez du sistema hori gomendatzen kontrol-metodo publiko gisara.

Nola lortu du, beraz, marka bikain hori? Zumarren aldeko bataila hasi zuenetik gaur arte, higie-ne zorrotza izan du oinarritzat;

gaixotutako edo infektatutako zur guztia berehala kendu eta suntsitzea, alegia. Hasieran, emaitzetako batzuk etsigarriak izan ziren; izan ere, ez ziren ohartu, gaixotutako zuhaitzez gain, kakalardoari hazteko aukera emango zion zumar-egur oro ere suntsitu behar zela. Infektatutako zumar-egurrak, udaberria heldu aurretik erretzen ez bada, kakalardo onddo-eramaile ugari askatzen ditu, erretzeko moztu eta pilatu ondoren. Apiril-amaieran eta maiatzean elikatzeke hibernaziotik ateratzen diren kakalardo helduek hedatzen dute Herbehereetako zumarren gaitza. New Yorkeko entomologoei eskarmentuak erakutsi die kakalardoaren hazkuntzarako funtsezko material motak zein diren. Arreta material arriskutsu horretan jarrita, emaitza onak lortu dira, eta, gainera, saneamendu-programaren kostua zentzuzko muga artean mantentzea ere. New York hirian Herbehereetako zumarren gaitzak zuen eragina hiriko 55.000 zumarren ehuneko 0,2ra urritu zen 1950 inguruan. Saneamendu-programa jarri zuten abian Westchester Countyn 1942an. Lehenengo hamalau urteetan, batez beste, zumarren ehuneko 0,2 galdu ziren. Buffalok (185.000 zumar), marka paregabea zuen saneamenduaren bidez gaitza kontrolpean izateari zegokionez, eta ehuneko 0,3 baino ez du galdu azken urteotan. Beste modu batera esanda, galera-tasa horrekin, 300 bat urte beharko lirateke Buffaloko zumarrek deuseztatzeke.

Syracusen gertatutakoa sekulakoa da, benetan. Han, programa eraginkorrik ez zuten abian jarri 1957a baino lehen. 1951 eta 1956 artean, Syracusek 3.000 zumar inguru galdu zituen. Orduan, New Yorkeko Estatu Unibertsitateko Basogintza Fakultateko Howard C. Millerren zuzendaritzapean, kanpaina intentsiboa egin zuten, gaixotutako zumar guztiak eta kakalardoa hazteko baliagarri izan zitekeen zumar-egur guztia kentzeko. Galera-tasa ehuneko bat baino askoz txikiagoa da orain.

New Yorkeko adituek azpimarratu dute Herbehereetako zumarren gaitza kontrolatzeko saneamendu-metodoa merkea dela.

«Kasu gehienetan, benetako gastua txikia da, balizko aurrezkiekin alderatuta» dio New Yorkeko Nekazaritzako Estatu Fakultateko J. G. Matthysssek. «Hil edo hautsitako gorputz-atal bat balitz, atal hori anputatu egin beharko litzateke azkenerako, balizko beste kalte handiagoen aurrean neurriak hartzeko. Erretzeko egur pila bat baldin bada, udaberria iritsi aurretik erabil daiteke egurra, zuhaitz-enborra

zuritu daiteke, edo egurra toki lehor batean pilatu daiteke. Hilzorian edo hilik dauden zumarren kasuan, Herbehereetako zumarraren gaitzaren hedatzeari aurrea hartzeko azkar kentzeak dakarren gastua ez da izaten, normalean, gero ezinbestean izan daitekeen gastua baino handiagoa, hiri-eremuetan hildako zuhaitz gehienak kendu behar izaten baitira azkenerako».

Herbehereetako zumarraren gaitzari dagokionez, beraz, egoera ez da erabat konponezina, behar bezala informatzen bada eta neurri zentzudunak hartzen badira. Gaur egun ezagutzen diren metodoekin, ez dago desagerrarazterik, baina, gaitza toki batean ezarri denean, saneamenduaren bidez, indargabetu daiteke, edo zentzuzko muga batzuen barruan kontrolpean izan, alferrekoak izateaz gain hegaztien suntsidura larria ekar dezaketen metodoak erabili gabe. Bestelako aukera batzuk egon litezke basoen genetikaren arloan; egindako esperimntuen arabera, Herbehereetako zumarraren gaitzarekiko erresistente izango den zumar hibridoa garatzeko itxaropena dago. Zumar europarra oso erresistentea da, eta horrelako asko landatu dituzte Washington, D.C.n. Are gehiago, hiriko zumarren portzentaje handi batek izan zuen eragina epealdi batean, baina ez zen Herbehereetako zumarraren gaitzaren kasurik aurkitu zuhaitz horien artean.

Zumar kopuru handiak galtzen ari diren tokietan, premiazkoa da basoak berritzea mintegien eta basogintzako programen bidez. Hori garrantzitsua da, eta, horrelako programek gaitzarekiko erresistenteak diren zumar europarrak sar ditzaketen arren, beste espezie-aldaera batzuk ere —komunitatea arbola horiek gabe utziko luketen balizko izurriteei aurre egiteko gai liratekeenak— aintzat hartu behar lituzkete. Charles Elton ekologista britainiarrak «aniztasunaren babesa» deitzen zuen horretan datza landare- edo animalia-komunitate baten osasunaren gakoa. Orain gertatzen ari dena aurreko belaunaldietako sofistikazio biologikorik ezaren ondorio da, neurri handi batean. Duela belaunaldi bat inork ez zekien eremu zabalak zuhaitz-espezie bakarrarekin betetzea hondamendiari gonbit egitea zela. Eta, horrela, hiri osoko kale eta parkeak zumarrez betetzen zituzten; orain, zumarrek hil egiten dira, eta berdin hegaztiak.

Txantxangorri amerikarra bezala, beste hegazti estatubatuar bat desagertzeko zorian dago antza denez. Sinbolo nazionala da: arrano amerikarra (*Haliaeetus leucocephalus*). Haren populazioa modu

asaldagarrian urritu da joandako hamarraldian. Gertakarien arabera, arrano amerikarraren ingurunean badago zerbait haren ugaltzeko gaitasuna ia erabat suntsitu duena. Oraindik ez dago erabat garbi zer izan daitekeen, baina zenbait ebidentziak erakusten dute intsektizidak direla eragileak.

Estatu Batuetan, Floridako mendebaldeko kostaldean, Tampatik Fort Myersera, habia egiten duten arranoak aztertu dira modurik intentsiboenean. Han, Winnipegeko bankari erretiratu batek, Charles Broleyk, ornitologo gisa ospea lortu zuen, *Haliaeetus leucocephalus* espezieko 1.000 arranokume baino gehiago markatu zituelako 1939tik 1949ra bitarte (aurretik, hegazti-markatzearen historia osoan, 166 arrano baino ez ziren markatu). Brodley jaunak umetan markatzen zituen arranoak, neguko hilabeteetan, habia utzi aurretik. Geroago berreskuratutako hegazti markatuek erakutsi zuten Floridan jaiotako arrano horiek iparraldean ezartzen dutela beren bizi-eremua, Kanadako kostaldean, Prince Edward uharteraino, aurrez ez-migratzailatzat hartzen ziren arren. Udazkenean, hegoaldera itzultzen dira, eta haien migrazioa behatoki famatuetatik ikusten da, Hawk Mountainecko behatokitik(ekialdeko Pennsylvania) esate baterako.

Hasierako markatze-urteetan, Broley jaunak urtean 125 habia aktibo aurkitzen zituen lanerako aukeratu zuen kosta-zatian. Urtean 150 arranokume inguru markatzen ziren. 1947an, urritzen hasi zen jaiotzen ziren arranokumeen kopurua. Habia batzuek ez zuten arrautzarik; beste batzuek bazituzten arrautzak, baina ez zen arranokumerik jaiotzen. 1952 eta 1957 bitartean, ez zen arranokumerik sortu habien ehuneko laurogeian. Epealdi horretako azken urtean, 43 habia baino ez zeuden beteta. Haietako seitan jaio ziren arranokumeak, 8 hain zuzen ere; hogeita hirutan ez zen arranokumerik jaio arrautzetatik; hamahiru jantoki gisa baino ez zituzten erabiltzen arrano helduek, eta ez zuten arrautzarik. 1958an, Broley jaunak 100 milia baino gehiago egin behar izan zituen kostaldean, arranokume bat aurkitu eta markatzeko. Arrano helduak, 1957an 43 habiatan ikusitakoak, hain urri ziren, 10 habiatan baino ez baitzituen.

Broleyren heriotzak, 1959an, etengabeko behaketa baliotsu horien amaiera ekarri bazuen ere, Floridako Audubon Elkartearen txostenek, eta New Jersey eta Pennsylvaniakoek ere, baieztatutako joeraren arabera ongi aski izan gaitezke ikur nazional berria aurkitu

beharrean. Maurice Broun Hawk Mountaineko Erreserbako arduradunaren txostenak bereziki adierazgarriak dira. Pennsylvania hego-ekialdean dagoen mendi-tontor bitxi bat da Hawk Mountain, eta, han, Appalachianseko eremurik ekialdekoenean dauden gailurrek oztopo egiten diete mendebaldeko haizeei kostaldeko lautadara jaitsi baino lehen. Mendiak astintzen dituen haizeak gorantz desbideratzen dira, eta, udazkeneko egun askotan, etengabeko urakan moduko bat izaten da. Hala, hego zabaleko belatzek eta arranoek aise hegan egiten dute, eta egunean milia asko egiten dituzte hegoalderako migrazioan. Hawk Mountainen, gailurrek bat egiten dute, baita aireko autobideek ere. Ondorioz, lurralde zabal batetik iparralderantz, hegaztiak botilalepo moduko hori zeharkatzen dute.

Babeslekuan zaintzaile gisa daramatzan urte mordo horietan, Maurice Brounek belatz eta arrano gehiago behatu eta sailkatu ditu beste edozein estatubatuarrek baino. Arrano amerikarraren migrazioaren gehiengoak abuztu-amaieran eta irail-hasieran iristen da. Uda iparraldean pasatu ondoren beren lurraldera itzultzen diren Floridako hegaztitzat hartzen dira udazken-amaieran eta negu-hasieran, beste arrano handiago batzuk noraezean ibiltzen dira han. Azken horiek iparraldeko espezie batekoak direla uste da, hibernatzeko lur ezezagun baterantz doazenak). Babeslekua ezarri ondorengo lehenengo urtetan, 1935etik 1939ra bitartean, behatutako arranoen ehuneko berrogei urtebeteko kumeak ziren, lumaje uniformeki ilunagatik erraz bereiztekoak. Baina, azken urteotan, hegazti heldugabe horiek bakanak dira. 1955 eta 1959 bitartean, kopuru osoaren ehuneko hogeitaz baino ez ziren, eta, urte batean, 1937an hain zuzen, hogeita hamabi arrano helduko arranokume bakarra zegoen.

Hawk Mountaineko behaketak bat datoz beste leku bateko aurkikuntzekin. Antzeko txosten bat egin zuen Illinoiseko Baliabide Naturalen Kontseiluko funtzionario batek, Elton Fawkssek. Arrano amerikarrek — habia iparraldean egiten dutenetakoek, segur aski — Mississippi eta Illinois ibaietan hibernatzen dute. 1958an, zenbaketa berri bat egin ondoren, Fawks jaunak aditzera eman zuen berrogeita bederatzi arranoen artean hegazti heldugabe bakarra zegoela. Espeziea galtzeko zorian zegoelako seinale bertsuak zetozen arranoentzako munduko babesleku isolatu bakarretik, hots, Susque-hanna ibaian dagoen Mount Johnson uhartetik. Uhartean, Conowingo Dametik

gora zortzi miliara eta Lancaster konderritik kanpo milia erdira baino ez dagoen arren, jatorrizko izaera basatia gordetzen du. 1934az geroztik, hango arrano-habia bakarra Lancasterreko ornitologo eta babeslekuko zaintzaile Herbert H. Beck katedradunaren behaketapean izan da. 1935etik 1947ra bitartean, habia erregularatasunez eta modu arrakastatsuan erabili zen. 1947az geroztik, helduek habia okupatu eta arrautzak jarri zituztelako ebidentziak egon arren, arranakumerik ez zen sortu.

Beraz, Mount Johnson uhartean, Floridan bezala, hegazti helduek habia batzuk hartzen dituzte, arrautza batzuk jartzen dituzte, baina kume gutxi edo bat ere ez da sortzen. Azalpen baten bila joanez gero, gertaera horiei guztiei egokitzen zaien bakarra aurkitzen da. Ingurumeneko agenteren batek hegaztien ugaltzeko gaitasuna horrenbeste gutxitu du, ezen orain ez baita sortzen espeziea mantentzeko beste kumerik.

Hain zuzen ere, horrelako egoera sorrarazi dute artifizialki, beste hegazti batzuekin, zenbait esperimentugilek, hala nola Estatu Batuetako Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuko James De Witt doktoreak. Galeper eta faisaietan zenbait intsektizidak duten eraginari dagokionez klasiko bilakatu diren De Witt dotorearen esperimenduek egiaztatu dute DDTarekiko, edo harekin loturiko beste produktuekiko, esposizioak larriki eragin diezaiokeela ugalketari, hegazti gurasoek behaketan antzemateko moduko kalterik ez erakutsi arren. Ondorio hori sortzeko bidea askotarikoa izan daiteke, baina azken emaitza bera da beti. Adibidez, dietan hazkuntza-garai osoan DDTa sartu zitzairen galeper batzuek bizirik iraun zuten, eta ohiko arrautza kopuru joria eman zuten gainera. Baina arrautza gutxitatik sortu ziren kumeak. «Enbrioi asko ohi bezala garatu ziren, antza, inkubazioaren hasiera aldean, baina hil egin ziren eklosio-garaian», esan zuen DeWitt doktoreak. Jaio ziren horien artean, erdiak baino gehiago bost egun egiterako hil ziren. Faisaien eta galeperren beste test batzuetan, helduek ez zuten arrautzarik errun urtean zehar intsektizidekin kutsatutako dieta hartu bazuten. Kaliforniako Unibertsitatean, Robert Rudd and Richard Genelly doktoreek aurkikuntzen berri eman zuten. Faisaiek dietan dieldrina hartu zutenean, arrautzen produkzioa nabarmen urritu zen, eta txiten biziraupena eskasa zen. Autore horien arabera, motela baina hegazti-kumeentzat hilgarria den eragin hori arrautzaren gorringoan dieldrina metatzearen ondotik

dator; gorringotik, pixkanaka barneratzen da inkubazioan zehar eta eklosioaren ondoren.

Wallace doktorearen eta Richard F. Bernard ikasle graduatuaren ikerketek sendo eusten diote teoria horri —Michiganeko Estatu Unibertsitateko campuseko txantxangorri amerikarretan, DDT-kontzentrazio handiak aurkitu zituzten—. Aztertutako txantxangorri amerikar arren testikulu guztietan, garatzen ari ziren arrautza-mintzetan, emeen obarioetan, arrautza heldu errun gabekoetan, obiduktuetan, hutsik utzitako habietan inkubatu gabe zeuden arrautzetan, enbrioietan eta jaio berritan hildako txitaldi batean aurkitu zuten pozoia.

Ikerketa garrantzitsu horien arabera, pozoia intsektizidak belaunaldi oso bati eragiten dio lehenengo kontaktutik behin kenduta. Pozoia arrautzan, hazten ari den enbrioia elikatzen duen bitolean, metatzea heriotza seguruaren bermea da, eta horrek argitzen du DeWitten hegaztiak zergatik hil ziren arrautzan bertan edo jaio eta egun gutxi batzuetara.

Ikerketa horiek arranoei laborategian aplikatzeak zailtasun ia gaindiezinak ditu, baina landa-ikerketak abian dira orain Floridan, New Jersey eta ustez arrano-populazioaren antzutasuna zerk eragin duen argitzeko ebidentzia zehatzak aurkitzeko itxaropena dagoen beste toki batzuetan. Bitartean, eskura ditugun zeharkako frogek intsektizidak seinalatzen dituzte. Arrainak ugari diren tokietan, arranoen dietaren zati handi bat osatzen dute (ehuneko 65, Alaskan; ehuneko 52 inguru, Chesapeake Bay inguruan). Kasik dudarik gabe esan liteke Broley jaunak horren arretatsu aztertutako arranoak arrainjaleak zirela nagusiki. 1945az geroztik, kostalde berezi hori behin eta berriz ihintzatu zuten fuel-oliotan disolbaturiko DDTarekin. Aireko ihintzaduren helburu nagusia zen arranoen ohiko bazkaleku diren zingiretan eta kostaldeetan bizi den eltxoa (*Ochlerotatus squamiger*) zen. Arrain eta karramarro asko hil ziren. Laborategian aztertutako haien ehunetan, DDT-kontzentrazio handiak aurkitu zituzten; hain zuzen ere, 46 ppm. Clear Lakeko murgilak bezala —aintzirako arrainak jateagatik, intsektizida-hondakinen kontzentrazio handiak metatu zituzten—, arranoak ere ehunetan DDTa metatzen aritu dira, ia dudarik gabe. Eta murgilek bezala, faisai, galeper eta txantxangorri amerikarrek ere geroz eta gaitasun urriagoa dute ugaltzeko eta espeziearen jarraipena ziurtatzeko.

Mundu osotik datoz gure mundu moderno honetako hegaztiak mehatxatzen dituen arriskuaren oihartzunak. Txostenak desberdinak dira xehetasunei dagokienez, baina gai bera errepikatzen dute beti, hots, basa-biziaren heriotza pestiziden olatupean. Berdintsuak dira mahatsondoak artsenikodun herbizida batekin tratatu ondoren Frantzian hildako ehunka txori txiki eta eperrei buruzko istorioak, edo Belgikako eper-ehizari buruzko istorioak (garai batean, hegazti kopuruagatik, famatua zen, baina, inguruko soroak ihinzatu ondoren, eperrak galdu egin ziren).

Hazia erein aurretik intsektizidekin tratatzeko laborantza-praktikarekin zerikusia duen arazo espezializatu bat da, antza denez, arazo nagusia Ingalaterran. Haziak tratatzea ez da erabat berria, baina, lehenengo urteetan, fungizidak ziren nagusi erabiltzen ziren produktu kimikoen artean. Dirudenez, ez zen izan hegazti kaltetuei buruzko txostenik. 1956 inguruan, tratamendua aldatu, eta helburu bikoitza zuen beste bat erabiltzen hasi ziren; fungizidaz gain, lurzoruko intsektuei aurre egiteko, dieldrina, aldrina edo heptakloroa gehitzen zuten. Egoerak okerrera egin zuen berehala.

1960ko udaberrian, hildako hegaztiei buruzko txosten-uholdea iritsi zen basabiziaren alorreko agintari britainiarrengana, besteak beste, Britainia Handiko Ornitologia Fundazioko, Hegaztiak Babesteko Errege Elkarteko eta Ehiza Hegaztien Elkarteko arduradunengana.

«Tokiak gudu-zelaia dirudi», idatzi zuen Norfolkeko lur-jabe batek. «Nire zaintzaileak gorpu ugari aurkitu ditu, txori txiki pila bat barne —txonta arruntak, txorru arruntak, txoka arruntak, tuntun arruntak, etxe-txolarreak...— basabiziaren suntsiketa penagarriago da oso». Eta haxe idatzi zuen basozain batek: «nire eperrak tratatutako artoak deuseztatu ditu, bai eta faisai batzuk eta beste hegazti guztiak ere, ehunka hegazti akabatu ditu.... Niretzat, betidaniko basozain izaki, esperientzia estugarria izan da. Tamalgarria da elkarren ondoan hil diren eper pareak ikustea».

Elkarrekin egin zuten txosten batean, Britainia Handiko Ornitologia Fundazioak eta Hegaztiak Babesteko Errege Elkarreak 67 hegazti-akabatze inguru deskribatu zituzten —1960ko udaberrian izan zen suntsiketaren zerrenda osotik urrun—. 67 horietatik 59 tratatutako artoak eragin zituen; beste 8ak, ihinzadura toxikoek.

Hurrengo urtean, beste pozoi-olatu bat iritsi zen. Estatu bakar batean, Norfolk, 600 hegazti hilen berri eman zuten Lorden Ganberan, eta 100 faisai hil ziren North Essexeko etxalde batean. Berehala izan zen agerikoa 1960an baino konderri gehiago zegoela tartean sartuta (34, lehengo 23ren aldean). Nagusiki laborantzan jarduten den ingurune batek, Lincolnshirek, zirudien kaltetuena; jasotako berrien arabera, 10.000 hegazti agertu ziren hilik. Baina suntsiketak Britainia Handiko nekazaritza-arlo osoa hartu zuen, Angusetik (iparraldean) Cornwallerraino (hegoaldean) eta Angleseytik (mendebaldean) Norfolkerraino (ekialdean).

1961eko udaberrian, kezka hain handia izatera iritsi zen, ezen Komunen Ganberako batzorde berezi batek gaiari buruzko ikerketa egin baitzuen; nekazarien, lur-jabeen, Nekazaritza Ministerioko ordezkarien eta basabiziaren alorreko gobernu eta gobernu kanpoko zenbait agenziaitako ordezkarien lekukotzak bildu zituen.

«Usoak zeruetatik erortzen ari dira, bat-batean, hilik», esan zuen lekuko batek. «Londrestik at gidatzen ehun edo berrehun milia egin ditzakezu belatz gorri bakar bat ikusi gabe», jakinarazi zuen beste batek. «Parekorik ez da gertatu mende honetan, ezta beste inoiz ere, ni jabetzen naizeneraino, oraingo hau da eskualdean inoiz basabiziarentzat eta ehizarentzat izan den arriskurik handiena», adierazi zuten Naturaren Babeseko funtzionarioek.

Biktimen analisi kimikoak egiteko instalazioak ez ziren batere egokiak lanerako, testak egiteko gai ziren bi kimikari baino ez zeuden eskualdean (bat gobernu kimikaria zen, eta bestea, Hegaztiak Babesteko Errege Elkarteko langilea). Hegaztien gorpuak erretzeko egiten zituzten su itzelak deskribatu zituzten lekukoek. Baina ahaleginak egin ziren ikertzeko gorpuak biltzeko, eta, aztertutako hegaztietatik, batek izan ezik beste guztiek pestizida-hondakinak zituzten. Salbuespen bakarra istingor arrunt bat izan zen, hazi-jalea ez den hegazia.

Hegaztiekin batera, azeriak ere jasan zezaketen kaltea, zeharka ziur asko, sagu edo hegazti pozoituak janda. Ingalaterra, esate baterako untxiz josia dago, eta azerien premia larria du haiek harrapatzeko. Baina 1959ko azaroa eta 1960ko apirila bitartean, gutxienez 1.300 azeri hil ziren. Gabiraiak, belatz gorriak eta beste hegazti harrapari batzuk kasik desagertu ziren tokietan izan ziren heriotza gehienak, eta pozoia elika-katearen bidez hedatu zela iradoki zuten; hazi-jaleetatik,

iledun eta lumadun haragijaleetara iritsi omen zen. Hilzoriar zeuden azeriek hidrokarburo kloratudun intsektizidekin pozoitutako animalien antzera jokatzan zuten. Inguruka zebiltzan, noraezean, zorabiatuta eta erdi-itsu, eta konbultsioak izaten zituzten hil arte.

Entzundakoekin, batzordea konbentzitu zen basabizia arriskua oso larrian zegoela, eta, Komunaren Ganberari adierazi zion Nekazaritzako ministroak eta Eskoziarako estatu-idazkariak bermatu behar zutela haziak tratatzeko zenbait konposaturen erabilera berehala debekatzea: dieldrina, aldrina edo heptakloroa zuten konposatuak edo antzeko toxikotasuna duten produktu kimikoak.

Era berean, kontrol egokiagoak egitea gomendatu zuen batzordeak, produktu kimikoak merkaturatu aurretik lurrian bertan zein laborategi-kondizioetan behar bezala aztertzen zirela ziurtatzeko. Hori da, hain zuzen ere, eta merezi du azpimarratzea, pestiziden ikerketaren akats nagusia toki guztietan. Laborategiko animalia arruntekin —arratoiak, zakurrak, akuriak— fabrikatzaileek egindako probetan ez dira espezie basatiak sartzen, ezta hegaztiak (ez oro har behintzat) edo arrainak ere, eta kondizio kontrolatu eta artifizialeetan gidatzen dira. Soroetako basabizian aplikatzea ez da zehatza, inondik ere.

Ingalaterra ez dago bakarrik, ezta gutxiago ere, hegaztiak tratatutako hazietatik babesteko arazo horretan. Hemen, Estatu Batuetan, arazoa zailagoa izan da Kaliforniako eta hegoaldeko arroz-soroetan. Zenbait urtean, Kaliforniako arroz-laborariek DDTarekin tratatu izan dituzte haziak, batzuetan arroz-landareñoak kaltetzen dituzten *Triops cancriformis*en eta kakalardo sarraskijaleen aurrean babesteko. Kaliforniako kirolariek ehiza bikainaz gozatu izan dute arroz-soroetako hegazti akuatiko eta faisaien ugaritasuna dela eta. Baina, azken hamarraldian, arroz-laborantzako konderrietatik etengabe iritsi dira galdutako hegaztiei buruzko txostenak, faisai, ahate eta zozo arruntei buruzkoak bereziki. «Faisaiaren gaitza» fenomeno aski ezaguna bilakatu zen: «hegaztiak, ur bila dabilzala, paralizatuta geratzen dira, eta dardarka aurkitu izan dituzte zangetan eta arroz-terrazetan», dio behatzaile batek. Gaitza udaberrian etortzen da, arroz-soroak ereinda daudenean. Erabilitako DDT-kontzentrazioa faisai heldu bat akabatzekeo bestekoa da askotan.

Urte batzuk pasatzean, eta intsektizida gero eta pozoitsuagoak garatzean, hazi tratatuetatik zetorren arriskua areagotu egin zen. Aldrina,

faisaientzat DDTa baino ehun aldiz toxikoagoa dena, maiz erabiltzen da orain haziak estaltzeko. Texas ekialdeko arroz-soroetako praktika horrek larriki urritu du *Dendrocygna bicolor* Gulf Coasteko antzara-itxurako ahate marroi-horixkaren populazioa. Arrazoi batzuk badaude, bai, pentsatzeko arroz-hazleek intsektizida helburu bikoitzarekin erabiltzen dutela; izan ere, zozo arruntaren populazioa urritzeko bide bat aurkitu dute, eta ondorio oso txarrak dakarzkie horrek arroz-soroetako zenbait hegazti-espezieri.

Hiltzeko ohitura —gogaitzen gaituen edo enbarazu egiten digun edozein izaki «ezabatzeko» baliabidea— areagotu ahala, hegaztiak, gero eta gehiago, pozoien zuzeneko xede bilakatzen ari dira, eta jada ez dira halabeharrezko xede. Badago joera bat, gero eta handiagoa, parathiona eta antzeko pozoilgarriak airez aplikatzeko, nekazariarentzat higuinagarriak diren hegazti-pilaketak «kontrolatzearen». Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuak joera horri buruzko kezka larria adierazi beharra ikusi du, eta azaldu du parathionarekin tratatutako eremuak kaltegarriak izan litezkeela gizakiarentzat, etxe-animalientzat eta basabiziarentzat. Indiana hegoaldean, adibidez, 1959ko udan nekazari talde bat elkarrekin joan zen ihintzatze-hegazkin bat kontratatuz, ibai ondoko lur-eremu alubial bat parathionarekin tratatzeko. Eremua pausaleku pribilegiatua zen ondoko artasoroetan bazkatzen zuten milaka zozo arruntentzat. Arazoa aise konpon zitekeen laborantza-ohituretan aldaketa txiki bat eginez —artaburuak sakon sartuta ditueneguz hegaztiak heltzeko zaila den arto-aldaera bat jarritz—, baina nekazariak sinetsita zeuden pozoil bidezko hilketak beste onura batzuk zituela, eta, hortaz, hegazkinak heriotza-misioan bidali zituzten.

Ziur asko, emaitzek nekazariak asebeteko zituzten, hildakoen zerrendan 65.000 *Agelaius phoeniceus* zozo eta arabazozo inguru baitzeuden. Ez dakigu zenbat heriotza gehiago gertatu ote ziren oharkabea eta erregistratu gabe. Parathiona ez da zozoentzako espezifiko bat: hiltzaile unibertsala da. Baina lur alubial horietan noraezan ibili eta beharbada nekazarien artasoroak sekula bisitatu ez zituzten untxi edo mapatxe edo zarigueia horiek kondenatu zituen haien existentziaren berri ez zuen eta bost axola zitzaizkion epaile batek.

Eta zertan da gizakia? Parathion horrekin ihintzaturiko Kaliforniako baratzeetan *hilabete* lehenago tratatutako hostoekin ibilitako langileek alditxarra izan zuten, shock egoeran sartu ziren eta

artatze mediko adituei esker egin zioten ihes heriotzari. Indianan ibiltzen al dira oraindik mutiko-neskatoak basoetan edo soroetan noraezean eta ibai-ertzak esploratzen? Hala bada, nork zaintzen ditu pozoitutako eremuak, inguru haietan hondatu gabeko naturaren bila tronpatuta noraezean dabiltzanak han sar daitezen galarazteko? Nor zegoen han jagole, ibiltari inuzenteari esateko sartzera zihoan soro horiek hilgarriak zirela eta hango landare guztiak geruza hilgarri batez estaliak zeudela? Arriskua beldurgarria izan arren, nekazariak, galaraziko zien inor ez zutenez, zozoen aurkako gerra ez-beharrezkoari ekin zioten.

Egoera horietako bakoitzean, norbera aldendu egiten da, galdera hau hausnartzeko: Nork hartu du pozoitze-kate honi, putzu bare batera harria botatakoan sortutako uhintxoak bezala hedatzen den heriotza-olatu amaigabe honi, hasiera emateko erabakia? Nork jarri ditu balantzaren alde batean kakalardoek jan behar dituzten hostoak, eta beste aldean kolore askotako luma pila penagarriak, pozoiz intsektiziden kolpe ez-selektiboak lurrera botatako hegaztien gorpuak? Nork erabaki du —nork du erabakitze eskubidea—, kontsultatua izan ez den jende andanaren izenean, balio gorena intsekturik gabeko mundu batek duela, nahiz eta mundu antzua eta hegan doan hegalarren dotoretasunaz gabetua izan. Erabaki hori denbora batez boterea eman zaien agintariena da, eta milioika gizabanakoren distrakzio-une batean hartua izan da, naturaren edertasunak eta mundu antolatua esanahi sakon eta garrantzitsua baitu oraindik milioika gizabanako horientzat.

9. kapitulua

Heriotza-ibaiak

Atlantikoko kostaldetik urruneko itsas hondo berdeetatik, bidexka asko kostaldera doaz. Arrainek erabiltzen dituzten bidexkak dira; ikusezinak eta ukiezinak izan arren, kostaldeko ibaietako ur-isuriekin lotuta daude. Milaka urtean, ur gezako albainu horiek ezagutu eta baliatu ditu izokinak bere bizitzako lehenengo hilabete edo urteetan bizileku izan zituen ibaiadarretara itzultzeko. Hala, 1953ko udan eta udazkenean, New Brunswickeko kostaldeko Miramichi ibaiko izokinak, Atlantiko urruneko bazkatokiak utzi, eta jatorrizko ibaian gora egin zuen. Miramichiren goialdean, lats itzaltsuen sarea osatuz elkartzen diren erreketan, izokinak arrautzak paratu zituen udazken hartan, erreka ur laster eta hotzek bustitako legar-ubideetan. Paraje horiek —izeiz eta baltsamo-izeiz, astaperrexil handiz eta pinuz osaturiko konifero-baso handiko arreak— bizirauteko behar dituen errute-tokiak eskaintzen dizkiote izokinari.

Jazoera horiek antzinatek datorren ereduari jarraitzen diote, Miramichi Ipar Amerikako izokin-erreka hoberenetako bat bilakatu duen ereduari. Baina, urte hartan, eredia hautsi egin zen.

Amak erreka hondoan zulatutako aska legartsuetan, ur azaletan, egon ziren izokin-arrautzak, handiak eta azal lodikoak, udazkenean eta neguan. Negu hotzean mantso hazi ziren, ohi bezala, eta udaberriak lurmendu eta erreketako urak basora askatu zituen arte ez zen kumerik atera arrautzetatik. Hasieran ubideko errekarrien artean ezkutatzen ziren (hazbete erdi inguruko arrain txikiak ziren). Ez zuten ezer jaten, eta bitelo-zaku zabaletik elikatzen ziren. Hura xurgatu arte ez ziren hasten erreka arakatzen intsektu txikien bila.

1954ko udaberrian, Miramichin, arrautzatik atera berri ziren izokinekin batera, urtebete edo bi urte lehenago ateratako izokinkumeak

zeuden, marra eta orban gorri biziez nabarmendutako jantzi distiratsua zutenak. Azken horiek goseki jaten zuten, eta erreka- intsektu bitxi eta askotarikoen bila zebiltzan.

Alabaina, uda hurbildu zenean, hori guztia aldatu egin zen. Kanadako Gobernuak aurreko urtean abian jarritako ihinztatze-programa zabal batean sartu zuten Miramichi ibaiaren ipar-mendebaldeko arroa urte hartan, basoak *Choristoneura fumiferana* intsektutik babesteko diseinatutako programa batean. Hostoiraunkor mota batzuei erasotzen dien intsektu hori hangoa da jatorriz. Kanada ekialdean ikaragarri ugaltzen da, antza, hogeita hamabost urtean behin edo. 1950eko hamarkada-hasieran horrelako ugaltze bat izan zen. Hari aurre egiteko, DDTarekin ihinztatzen hasi ziren; hasieran, eskala txikian egin zuten, eta, gero, bat-batean, 1953an, eskala gero eta handiagoan. Milioika akre baso ihinztatu zituzten (hasieran ehunka izan ziren) paper-orearen eta papergintzaren oinarri diren baltsamo-izeiak salbatzeko ahaleginean.

Hortaz, 1954ko ekainean, hegazkinek Miramachi ipar-mendebaldeko basoak bisitatu zituzten, eta hodei zuri batzuek nabarmenarazi zuten haien hegaldien gurutzatzea. Ihinztadura (libra-erdi DDT akreko, olio-disoluzio batean) baltsamo-izeien basoan barrena sartu zen, eta lurrera eta erreketara ere iritsi zen zerbait, azkenik. Pilotuek, eman zieten eginkizunean buru-belarri, ez zuten ahaleginik egin erreka saihesteko, edo haien gainetik hegan zihoazenean spray-kanilak ixteko. Haize bolada txikienarekin ere ihinztadura horren urrun joaten denez, emaitza antzekoa izango zen, agian, itxi izan balituzte ere.

Ihinztatzen amaitu eta berehala, guztia ongi ez zihoalako zantzu garbiak zeuden. Handik bi egunera, arrainak hilik edo hilzorian (izokinkumeak asko) aurkitu zituzten erreka-ertzetan. *Salvelinus fontinalis* espezieko amuarrainak ere agertu ziren hilda, eta bide-alboetan eta basoetan hegaztiak hiltzen ari ziren. Errekako bizia isildu egin zen. Ihinztatu aurretik izokinaren eta amuarrainaren elikagai den uretako bizia aberatsa zen oso: *Trichoptera* larbak, listuaz elkarri itsatsitako hosto, zurtoin edo legarretan babesturik; *Plecoptera* nifak, ur-zurrunbiloetan arroketara itsatsiak; eta har tankerako *Simuliidae* larbak, ur lasterren azpitik harriak zeharkatuz edo arroka zipriztintzen dituzten uren gainetik pasatuz. Baina erreka- intsektuak hilik zeuden orduan, DDTak akabatuak, eta izokinkumeez ez zuten jatekorik.

Heriotza eta suntsiketa horren erdian, espero izatekoa zen izokinkumeek nekez ihes egingo zutela beren kabuz, eta ez zuten egin. Udaberri hartan, legar-ubideetatik atera ziren izokinkumeetako bat ere ez zen geratzen abuzturako. Urte osoko errunaldia deusez bilakatu zen. Kume nagusiagoei, urtebete lehenago edo aurretik jaiotakoei, hobeto atera zitzairen, baina ez askoz hobeto. Hegazkinak hurbildu zirenean, errekan bazkatzen ziren 1953ko errunaldiko sei kumetik bakarra geratu zen. 1952ko errunaldiko izokinkumeak ia itsasoratzeko prest zeuden orduan, baina hirutik bat galdu ziren.

Kanadako Arrantza Ikerketen Bulegoa izokinei buruzko ikerketa-lan bat zuzentzen aritu zen Miramichi ipar-mendebaldean 1950az geroztik, eta horregatik ezagutzen dira gertaera horiek guztiak. Erreka horretan bizi ziren arrainen errolda egin zuen urtero. Errutera igotako izokin helduen kopuruari, adin talde bakoitzeko errekan zeuden izokinkumeen kopuruari eta errekek izan ohi zuen izokinen eta beste espezie batzuen populazioari buruzko datuak bildu zituzten biologoek. Ihintzadura aurretiko egoerari buruzko txosten osatu horri esker, beste inon sekula lortu zen baino zehaztasun handiagoz neurtu ahal izan zuten ihintzadurak eginiko kaltea.

Azterlanak arrainkumeen galera baino zerbait gehiago jarri zuen agerian: erreketan bertan izan zen aldaketa larria. Ihintzadura sarriek erabat aldatu dute errekekako ingurunea, eta izokin eta amuarrainen elikagai diren intsektu urtarrak akabatu dituzte. Intsektu horietako gehienek kasuan, ihintzadura bakar baten ondoren ere, luze jotzen du ohiko izokin-populazio bat mantentzeko beste izatera iristeak (hilabetetan baino errazago, urtetan neurtzen da denbora hori).

Beste espezie txikiago batzuk, *Chironomidae*ak eta *Simuliidae*ak adibidez, nahiko azkar berrezartzen dira. Horiek jaki egokiak dira izokin txikientzat, hilabete gutxiko arrainkumeentzat. Baina bi edo hiru urteko izokinak behar dituen intsektu urtar handi horiek berreskuratzea ez da horren azkar gertatzen. *Trichoptera*, *Plecoptera* eta *Ephemeroptera* eltxoen larbak behar dituzte horiek. DDTa errekarara iritsi eta bigarren urtean ere, bi urtetik gorako izokin batek arazoak lituzke tarteka *Plecoptera* txiki bat baino zerbait gehiago aurkitzeko.

Ez zen ez intsektu askorik izango. Bazka natural horiek ordeztu nahian, *Trichoptera* larbak eta beste intsektu batzuk Miramichiko tarte

idorretara tokialdatzen ahalegindu ziren kanadarrak. Baina, jakina, hurrengo ihintzadurak deuseztatu zituen tokialdatze horiek.

Choristoneura fumiferanaren populazioa, espero zen bezala gutxitu ordez, erresistente egin zen, eta 1955etik 1957ra New Brunswick eta Quebecoko hainbat tokitan ihintzadurak errepikatu egin ziren; toki batzuk hirutan baino gehiagotan ihintzatu zituzten. 1957rako, hamabost milioi akre inguru ihintzatu zituzten. Orduan, ihintzadurak behin behingoz bertan behera utzi zituzten arren, *Choristoneura fumiferana* intsektuaren bat-bateko susperraldiak ekarri zuen ihintzadurei berriz ekitea ekarri zuen 1960 eta 1961ean. Egia esan, ebidentzien arabera, intsektu hori kontrolatzeko ihintzatze kimikoa geldiarazte-tarte bat (zuhaitzek ondoko zenbait urtetan hostoak gal ez ditzaten egiten dena) baino ez da, eta, beraz, haren albo-ondorioak hor egongo dira ihintzadurek jarraitzen duten bitartean. Arrainen suntsiketa minimizatzeko saio batean, basogintzako funtzionario kanadar batzuek DDTaren kontzentrazioa gutxitu zuten, Arrantza Ikerketen Bulegoaren gomendioei jarraiki; lehen, akreko libra-erdia erabili zuten, eta, gero, libra-laurdena («Libra bat akreko» proportzio estandar eta oso hilgarria nagusi da oraindik Estatu Batuetan.) Orain, ihintzaduraren ondorioei behatzen urte batzuk pasatu ondoren, kanadarrak tarteko egoera batera iritsi dira, baina izokin-arrantzaleak apenas kontsolatzen ditu egoera horrek, baldin eta ihintzatzen jarraitzen badute.

Batere ohikoa ez den faktore-konbinazio batek salbatu ditu orain arte Miramichiren ipar-mendebaldeko inguruak aurreikusitako suntsiketatik (mende oso batean agian berriro gertatuko ez den jazoera-multzoa). Garrantzitsua da han zer gertatu den eta zergatik gertatu den ulertzea.

Ikusi dugun bezala, Miramichiren adar horren arroa gogotik ihintzatu zuten 1954an. Horren ondoren, adar horren goiko arro osoa, 1956an ihintzaturiko zerrenda estu bat izan ezik, ihintzadura-programatik at utzi zuten. 1954ko udazkenean, ekaitz tropikal batek zerikusia izan zuen Miramichiko izokinaren zorionean. Edna urakanak (ekaitz bortitz bat, iparralderantz zihoan bidearen mutur-muturrean), euri-jasa handiak ekarri zituen Ingalaterra Berriko eta Kanadako kostaldeetara. Ondorengo ur-goraldiek ur geza ugari eraman zuten itsaso urruneraino, eta ezohiko izokin kopurua erakarri zuen horrek. Ondorioz, izokinek erruteko erreketan bilatu ohi dituzten legar-ibilguek ezohiko arrautza

kopurua jaso zuten. Miramichi ipar-mendebaldean 1955eko udaberrian jaiotako izokinkumeek bizirik irauteko egoera kasik ideala aurkitu zuten. DDTak aurreko urtean erreka-intsektu guztiak akabatu bazituen ere, intsektuetako txikienak (*Chironomidae* eta *Simuliidae* espezieetakoak) ugari itzuli ziren. Horiek dira izokinkume sortu berriaren bazka. Urte hartako izokinkumeek, janari ugari aurkitzeaz gain, inor gutxi zuten harengatik lehiatzeko. Izokinkume zaharxeagoak 1954ko ihintzadurak akabatu zituelako gertatu zen. 1955eko izokinkumea, hortaz, bizkor hazi zen, eta ezohiko kopuruetan iraun zuen. Errekako hazkunde-aldia azkar osatu zuten, eta goiz itsasoratu ziren. Haietako asko 1959an itzuli ziren jatorrizko erreketara, ibilaldi luzeak eginda.

Miramichi ipar-mendebaldeko bideak egoera on samarrean mantendu badira, urte bakar batean ihintzatu zituztelako da. Ihintzadura sarrien emaitzak argi ikusi dira beste erreka batzuetan, non asaldatzeko moduko urritzeak gertatzen ari baitira izokinaren populazioan.

Ihinzatutako erreka guztietan, urri dira edozein tamainatako izokinkumeak. Gazteenak «kasik deuseztatuta» daude maiz, biologoen arabera. 1959ko harrapaketa hamarraldi horretako txikiena izan zen Miramichi hego-mendebaldeko adar nagusian, 1956an eta 1957an ihintzatu baitzuten. Arrantzaleek azaldu zuten itzultako izokin gazteenen taldea oso urria zela. Miramichiren estuarioan laginketarako egindako harrapaketan itzultako izokinen kopurua 1959koaren laurdena izan zen, aurreko urtean bezala. Miramichiren arro osoan, itsasora zihoazen 6.000 izokin gazte inguru baino ez zeuden 1959an. Aurreko hiru urteetako kopuruaren herena baino gutxiago zen hori.

Panorama horren aurrean, basoak blai egiteko DDTaren ordezkoko bat aurkitzearen mende egongo da New Brunswickeko izokin-arrantzaren etorkizuna.

Kanada ekialdeko egoera ez da bakarra, ihintzaturiko basoen hedaduragatik eta gertaerei buruz bildutako datuen ugaritasunagatik ez bada behintzat. Mainek ere baditu izei eta baltsamo-izeien basoak eta basoko intsektuak kontrolatzeko arazoak. Mainen ere izaten dira izokinen joan-etorriak, (antzinako izokin-bide aparten aztarna), kutsadura industrialarekin gainkargatutako eta enborrekin itotako erreketan izokinarentzat habitatan bat salbatzeko biologoek eta kontserbazionistek egindako lanari esker. Ihintzadura probatu izan da *Choristoneura fumiferana* intsektu nonahikoaren aurkako arma gisa,

baina eragindako eremuak txiki samarrak dira, eta orain arte ez ditu harrapatu izokinek erruteko erabiltzen dituzten erreka garrantzitsu batzuk. Baina Maineko Barnealdeko Arrantza eta Ehiza Departamentuak behatutako eremu batean erreka arrantzarekin gertatutakoa etortzeko dagoenaren iragarpena da agian.

«1958an ihinzatu eta berehala, bentosa-arrain andana ikusi zituzten hiltzorian Big Goddard Brooken», aditzera eman zuen aipatutako departamentu horrek. «DDTarekin pozoitzearen ohiko sintomak zituzten arrain horiek; noraezean zebiltzan, arnasestuka ur-azalean, eta dardarizoak eta espasmoak zituzten. Ihintzaduraren ondoko lehenengo bost egunetan, 668 bentosa-arrain hil bildu zituzten bi blokeatze-saretatik. Litde Goddard, Carry, Alder eta Blake Brooksen ere, ezkailu eta bentosa-arrain ugari akabatu ziren. Maiz ikusi zituzten arrainak egoera pasiboan, errekan behera flotatzen, ahul eta hiltzorian. Zenbaitetan, amuarrainakitsu eta hiltzorian aurkitu zituzten, modu pasiboan errekan behera flotatzen, ihintzaduratik astebetara baino gehiagora».

(Hainbat azterlanek baieztatu dute DDTak itsutasuna eragin diezaiekeela arrainei. Vancouver Island iparraldean 1957an egindako ihintzadura behatu zuen biologo kanadar batek jakinarazi zuen *Salmo clarki* amuarrainkumeak errekatik eskuz har zitezkeela arrainak nagiki mugitzen zirelako eta ihes egiten saiatzen ez zirelako. Aztertu zituenean, ikusi zuen begia geruza zuri opako batez estalia zutela, eta horrek esan nahi zuen ikusmena urritua edo galdua zutela. Kanadako Arrantza Departamentuaren laborategiko ikerketek erakutsi zuten DDT-kontzentrazio txikien eraginak [3 ppm] hil zituen ia arrain guztiek [coho izokina] itsutasun-sintomak zituztela eta opakotasun nabarmena zutela lenteetan.)

Baso ederrak dauden arren, intsektuak kontrolatzeko egungo metodo modernoek mehatxatu egiten dituzte erreketan, zuhaitzen gerizpean, bizi diren arrainak. Arrain-suntsiketari dagokionez Estatu Batuetan izan den adibiderik ezagunenetako bat 1955ean gertatu, Yellowstone parke nazionala eta haren inguruak ihintzatzearen ondorioz. Urte horretako udazkenerako, hainbat arrain aurkitu zituzten hilik Yellowstone ibaian, eta kirol-arrantzaleak eta Montanako Arrantza eta Ehiza Departamentuko administratzaileak kezkatu egin ziren. Ibaiko laurogeita hamar milia inguru kalteturik zeuden. Ibaiertzean, 300 bat yardatan 600 arrain hil zenbatu zituzten; amuarrain arreak, ciscoak eta

bentosa-arrainak, besteak beste. Errekako intsektuak, amuarrainaren bazka naturala, desagertu egin ziren.

Basozaintzako funtzionarioek aitortu zuten akreko libra bat DDT «kaltegarria ez» zelakoan jardun zutela. Baina, ihintzaduraren ondorioak ikusita, edonork jabetu behar zuen uste horrek ez zuela funtsik. Montanako Arrantza eta Ehiza Departamentuak eta bi agentzia federalek, Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuak eta Basozaintza Zerbitzuak hain zuzen ere, azterlan bati ekin zioten 1956an, lankidetzan. Urte hartan Montanan izandako ihintzadurek 900.000 akre estali zituzten; eta 800.000 akre tratatu zituzten berriro 1957an. Biologoek, beraz, ez zuten arazorik izan azterlanerako eremuak aurkitzeko.

Heriotza-ereduak itxura berezia hartzen zuen beti: DDT-usaina basoetan, olio-geruza ur-azalean, amuarrain hilak ibaiertzetan. Aztertutako arrain guztiek, bizirik edo hilik harrapatuek, DDTa metatua zuten ehunetan. Kanada ekialdean bezala, bazka-organismoen urritze larria izan zen ihintzaduraren ondorio garrantzitsuenetako bat. Ikertutako eremu askotan, intsektu urtarren eta erreka-hondoko bestelako faunaren ohiko populazioa hamarretik batera urritu zen. Amuarrainek bizirik irauteko hain funtsezkoak diren intsektu horiek behin suntsituta, luze jotzen du berriz suspertzeak. Ihintzaduraren ondoko bigarren udaren amaierarako, intsektu urtar kopuru txikiak baino ez ziren beren kabuz berrezarri, eta lehen hondoko fauna ugari zuen erreka batean apenas aurkitu zitekeen bakarren bat. Erreka horretan, ehuneko 80 urritu zen arrantza.

Arrainak ez du zertan berehala hil. Berez, hilkortasuna handiagoa izaten da gerora berehala baino, eta, Montanako biologoek aurkitu zuten bezala, baliteke erregistratu gabe geratzea arrantza-garaia pasatu eta gero gertatzen delako. Aztertutako erreketan, udazkenean errun zuten arrain asko hil ziren; besteak beste, amuarrain arreak, erreka-sto-amuarrainak eta ciscoak. Ez da harritzekoa; izan ere, estres fisiologikoa dagoen garaian, organismoak, arrainarenak zein gizakiarenak, metatutako gantza baliatzen du energia-iturri gisa. Ehunetan pilatutako DDTaren eragin hilgarriaren erabat mende jartzen ditu horrek.

Argi baino argiago zegoen, beraz, akreko libra bat DDT erabiltzeak arrisku larrian jartzen zituela basoko erreketako arrainak. Are gehiago, ez zen lortu *Choristoneura fumiferana* intsektua kontrolatzea, eta eremu asko berriz ihintzatzeko programetan sartu zituzten. Montanako

Arrantza eta Ehiza Departamentua gehiago ihinztatzearen kontra azaldu zen erabat, esanez «ez zegoela prest zalantzazko premia eta dudamudazko arrakasta zuten programekin kirol-arrantzaren baliabideak galzorian jartzeko». Dena den, departamentu horrek aditzera eman zuen Basozaintza Zerbitzuarekin lankidetzan jarraitzeko asmoa zuela «galera-ondorioak minimizatze».

Baina horrelako lankidetzek salba al dezakete arrantza benetan? British Columbian izandako esperientzia bat oso adierazgarria da gai horri dagokionez. *Acleris variana* larbaren izurrite bat izan zen hain hainbat urtean. Basogintzako funtzionario batzuek kontrol-ekintzei ekitea erabaki zuten 1957an, beste defoliazio-sasoi batek zuhaitz-galera larria ekarriko zuen beldur baitziren. Kontsulta asko egin zizkioten Ehiza Departamentuari, hango funtzionarioak izokin-bideekin kezkatuta baitzeuden. Basogintzako Biologia Saila bat zetorren ihintzadura-programan ahal ziren aldaketa guztiak egitearekin, arraintzako arriskua txikitzearen, baldin eta eraginkortasuna txikitzen ez bazen.

Neurri horiek hartu eta, antza, benetako ahalegina egin zen arren, *gutxienez lau erreka nagusietan, kasik izokinen ehuneko ehun akabatu zituzten.*

Ibaietako batean, 40.000 coho izokin helduren bide bateko izokinkume ia guztiak desagertu ziren. Gauza bera gertatu zitzairen milaka ostadar-amuarrainen eta beste amuarrain-espezie batzuen kumeei. Coho izokinak hiru urteko bizi-zikloa du, eta bideak adin-tarte jakin bateko arrainez osatuta daude ia erabat. Beste izokin-espezie batzuek bezala, coho izokinak etxeratze-instintu sendoa du, eta jatorrizko erreka itzultzen da. Ez da biltzen beste erreka batzuetako arrainik. Horrek esan nahi du, orduan, hiru urtez behin ibai horretarako izokin-bidea hutsa izango dela ia, baldin eta bitarte horretan kudeaketa arduratsuak, ugalketa artifizialaren bidez edo beste moduren batez, izokin-bide komertzialki garrantzitsu hori berregiten ez badu.

Badaude arazo hori konpontzeko bideak, bai eta basoak babesteko eta arrainak salbatzeko bideak ere. Gure ibilguak heriotza-ibai bihurtzearekin etsi behar dugula onartzea etsipen- eta ezkortasun-gomendioei jarraitzea da. Gehiago erabili behar ditugu jada ezagutzen ditugun beste metodo batzuk, eta, berriak garatzeko, gure argitasuna eta baliabideak horretara jarri behar ditugu. Zenbait kasutan, non parasitismo naturalak kontrolpean jarri du *Choristoneura*

fumiferana, ihintzadurak baino eraginkortasun handiagoz. Kontrol natural hori ahalik eta modurik hedatuenean erabili behar da. Badaude toxikotasun txikiagoko sprayak erabiltzeko aukerak, edo, hobeto oraindik, basabiziaren sare osoari eragin gabe larben artean gaitza eragingo duten mikroorganismoak sar daitezke. Geroago ikusiko dugu metodo horietako batzuk zer diren eta zer eskaintzen duten. Bitartean, garrantzitsua da jabetzea basoetako intsektuen ihintzatze kimikoa ez dela bide bakarra, ez eta biderik onena ere.

Intsektiziden arrainekiko mehatxua hiru ataletan banatu daiteke. Batek, ikusi dugunez, zerikusia du iparraldeko basoetako erreketako arrainekin eta baso-ihintzatzearen arazo bakunarekin. DDTaren ondorioetara mugatzen da ia erabat. Bestea handia da, barreiatua eta lausoa, eta toki ugaritako ur mota askotan —geldoak edo biziak— bizi diren hainbat arrain-espezieri dagokie —perka amerikarra, ilargiarraina, bentosa-arraina eta beste batzuk—. Nekazaritzan erabiltzen den intsektizida-gama ia osoari ere badagokio, nahiz eta endrina, toxafenoa, dieldrina, heptakloroa eta antzeko gaizkile nagusietako gutxi batzuk aise bereiz daitezkeen. Dena den, badago beste arazo bat, arreta handiz aintzat hartu beharrekoa; etorkizunean gerta daitekeenari dagokio, jazoerak agerian jarriko dituzten azterlanak hasi baino ez baitira egin oraindik. Padura, badia eta estuarioetako arrainekin zerikusia du.

Pestizida organiko berrien erabilera hedatuak ekarriko zuen arrainen suntsiketa larria saihestezina zen. Arrainak bereziki sentikorrak dira gaur egungo intsektizida gehienen osagai diren hidrokarburo kloratuen aurrean. Eta lurraren gainazalari milaka tona produktu kimiko pozoitsu aplikatzen zaizkionean, saihestezina da horien zati batek lurraren eta itsasoaren artean mugitzen diren uren ziklo etengabea barna bidea aurkitzea.

Arrain-akabatzeak —batzuk, proportzio itzelekoak— aztertzen dituzten txostenak hain ohiko bilakatu dira, ezen Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoak bulego bat jarri baitu estatuetatik datozen txosten horiek uraren poluzioaren indize bat balira bezala biltzeko.

Jende askori eta askori dagokion arazoa da hori. Gutxi gorabehera hogeita bost milioi estatubatuarrek aisialdiko baliabide funtsezkoenetakotzat dute arrantza, eta beste hamabost milioi gutxienez amu-arrantzan ibiltzen dira tarteka. Jende horrek hiru mila milioi

dolar gastatzen ditu urtean lizentzia, arrantza-tresna, ontzi, kanpin-ekipamendu, gasolina eta ostatutan. Kirol hori kenduko dien edozerk interes ekonomiko ugariri eragingo die. Arrantza komertziala interes horietako bat da, eta, are gehiago, elikagai-iturri funtsezko bat da. Barrualdeko eta baxurako arrantzak (alturakoa kanpo utzita) hiru mila milioi libra inguru ekoizten ditu urtean. Alabaina, ikusiko dugunez, pestizidek erreka, urmael, ibai eta badiak inbaditzean, biak jartzen dira arriskuan, kirol-arrantza eta arrantza komertziala.

Laborantza-uztetako ihintzadura eta hautseztapenek eragindako arrain-suntsiketaren adibideak edonon aurkituko ditugu. Kalifornian, adibidez, kirol-arrantzako hirurogei bat mila aleren galera —batez ere, *Lepomis macrochirus*ak eta beste ilargiarrain batzuk— etorri zen *Hydrelia griseola* dieldrinarekin kontrolatzeko saio baten atzetik. Louisianan, hogeita hamar arrain-hilketa handi edo gehiago gertatu ziren urte bakar batean (1960an), azukre-kanabera zegoen soroetan endrina erabiltzeagatik. Pennsylvanian saguari aurre egiteko baratzeetan erabilitako endrinak arrain andana akabatu zuen. Matxinsaltoa kontrolatzeko goi-mendebaldeko lautadetan klordanoa erabili izanak erreka arrain askoren heriotza ekarri du.

Ziur asko, su-inurria kontrolatzeko Estatu Batuetako hegoaldeko milioika akre landa hautseztatu eta ihintzatu zituen nekazaritza-programa izango da sekula abian jarri den eskala handienekoa. Heptakloroak —nagusiki erabilitako produktua— toxikotasun pixka bat txikiagoa du DDTak baino. Dieldrinak —su-inurriaren kontrako beste pozo bat— ongi dokumentatutako historia du bizi urtarrarentzako arrisku larriari dagokionez. Endrinak eta toxafenoak soilik jartzen dituzte arrisku handian arrainak.

Su-inurriaren kontrol-eremuko toki guztietan—heptakloroarekin ala dieldrinarekin tratatuak izan— jaso dituzte uretako biziari eragindako hondamenaren zantzuak. Kalteak aztertu zituzten biologoen txostenen irudi bat izateko, nahikoak dira pasarte gutxi hauek: Texas-etik, «Uretako bizi-galera handiak, ubideak babesteko ahaleginak egin diren arren», «Arrain hilak ... tratatutako ur guztietan», «Arrain-akabatzea itzela izan zen, eta beste hiru aste baino gehiago jarraitu zuen». Alabamatik, «Arrain heldu gehienak akabatu ziren (Wilcox Countyn) tratamenduaren ondoko egunetan», «Behin behineko uretan eta ibaiadar txikietan, arrainak erabat deuseztatuak izan dira, antza».

Etxaldeetako urmaeletako galerengatik kexu ziren nekazariak Louisianan.

Ubide-ertz batean, 500 arrain hil baino gehiago ikusi zituzten flotatzen milia-laurdena baino eremu txikiago batean. Beste komunitate batean, 150 ilargiarra hila aurkitu zitezkeen bizirik zirauten lau ilargiarraireko. Beste bost espezie erabat deuseztatuak izan ziren, antza.

Tratatutako eremu barruko urmaeletako arrainetan, heptakloro-hondakinak eta haren deribatu heptakloro epoxidoaren hondakinak aurkitu zituzten Floridan. Arrain horien artean, ilargiarraina eta perka amerikarra zeuden: amu-arrantzaleentzat preziatuenak direnak eta afaritarako edo bazkaritarako mahai gainean bukatzen dutenak. Alabaina, Elikagaien eta Drogen Administrazioak gizakien kontsumorako arriskutsuegiztat —nahiz eta kantitate ñimiñoak izan— hartzen dituen horien artean daude haiek zituzten produktu kimikoak.

Arrainen, igelen eta uretako bestelako bizidunen akabatzeari buruzko txostenak oso ugariak zirela ikusita, Amerikako Iktiologoen eta Herpetologoen Elkartek —arrain, narrasti eta anfibioak aztertzen dituen erakunde zientifiko ohoragarri bat— ebazpen bat onartu zuen 1958an, eta Nekazaritza Departamentuari eta harekin lotutako estatu-agentziei dei egin zien «heptakloroa, dieldrina eta horien pareko pozoiak hegazkinez banatzeari utz zezaten kalte konponezina egin baino lehen». Estatu Batuetako hego-ekialdean bizi diren arrain-espezie askotarikoei eta beste bizi-forma batzuei buruz ohartarazi zuen, bai eta munduan beste inon ez dauden espezie batzuei buruz ere. «Animalia horietako askok eremu txikiak baino ez dituzte hartzen, eta, beraz, aise suntsi daitezke erabat», ohartarazi zuen erakundeak.

Hegoaldeko estatuetao arrainek ere gogotik sufritu dute kotoiaren intsektuen kontra erabilitako intsektizidekin. 1950eko uda hondamen-sasoia izan zen Alabama iparraldeko kotoi-laborantzako eskualdean. Urte hura baino lehen, kotoi-leketako gurgurioaren kontrako intsektizida organikoen erabilera mugatua izan zen. Baina, 1950ean, segidako hainbat negu epelen ondorioz, gurgurio asko zegoen, eta nekazarien ehuneko 80 edo 95 inguru intsektizidak erabiltzen hasi ziren berriro, eskualdeko agenteen presiopean. Nekazarien artean, produkturik erabiliena toxafenoa zen —arrain-suntsitzaile handienetako—.

Euria maiz eta ugari egin zuen uda hartan. Euri horiek erreketarantz bideratu zituzten produktuak, eta, hori gertatu ahala, nekazariak produktu gehiago aplikatzen zuten. Kotoi akre batek, batez beste, 63 libra toxafeno jaso zituen urte hartan. Nekazari batzuek 200 libra ere erabili zituzten akreko; batek, gehiegizko arduraz, tonalaurdena baino gehiago aplikatu zuen akreko.

Emaitzak erraz iragartzekoak ziren. Wheeler Reservoir urteigira iritsi aurretik Alabamako kotoi-eskualdean berrogeita hamar milia egiten dituen Flint Creek errekan gertatutakoa ohikoa zen herrialdean. Abuzturen batean, euri-uholdeak jaso zituen Flint Creek arroak. Tantaka, jarioka eta, azkenik, uholdean, urak landa gainezkatu zuen, eta erreketara isuri zen. Ur-maila sei hazbete igo zen Flit Creeken. Hurrengo goizerako, begi-bistakoa zen euria baino askoz gehiago iritsi zela errekarara. Arrainak, norakorik gabe, zirkuluan igeri zebiltzan ur-azaletik gertu. Noizean behin, batek bere burua botatzen zuen uretatik kanpo uretzera. Erraz harrapa zitezkeen; haietako batzuk hartu, eta iturri batek elikatutako urmael batera eramane zituen nekazari batek. Han, ur garbitan, gutxi haiek suspertu egin ziren. Baina arrain hilak joan ziren egun osoan zehar errekan behera. Hala ere, atarikoak baino ez zen izan hura, euri-jasa bakoitzak intsektizida gehiago eramane baitzuen ibaira eta arrain gehiago akabatzen baitziren. Abuztuaren 10eko euri-jasak halako arrain-akabatze itzela ekarri zuen ibaira, ezen gutxi batzuk geratu baitziren hurrengo pozo-uholdearen biktima izateko; abuztuaren 15ean gertatu zen hori. Baina urre-arrainak kaiolatuta ibaian jarrita lortu zituzten produktu kimikoen presentzia hilgarriaren frogak; uretaratutako egunean bertan hil ziren.

Flint Creekeko arrain kondentatuen artean, *Pomoxis annularis* ugari zeuden —amu-arrantzaleentzat preziatuenak—. Perka amerikar eta ilargiarra hila ere ugari aurkitu zituzten Wheeler Reservoirren, hara isurtzen baitu errekek. Ur horietako arrain arrunt guztiak ere suntsituak izan ziren: zamoak, bufalo-arraina, *Aplodinotus grunniens*, *Dorosoma cepedianum* eta arrain katua. Ez zuten gaitz-arrastorik; hilzoriko mugimendu alderraiak eta zakatzetako ardo-kolore min bitxia baino ez.

Etxaldeetako urmael itxietako ur epeletan, baldintzak hilgarriak izango dira arraintentzat, dudarik gabe, inguruan intsektizidak erabiltzen direnean. Adibide askok erakusten duten bezala, pozoia euriaren bidez

eroaten da, eta inguruko landetatik husten. Noiz behinka, urmaelek, isuri kutsatuak jasotzeaz gain, pozoï-dosiak ere jasotzen dituzte zuzenean, uztak hautseztatzen dabiltzan pilotuek urmaelen gaintik doazenean hautseztigailua ixtea ahazten dutenean. Konplikazio horiek gabe ere, ohiko nekazaritzak behar baino kontzentrazio askoz handiagoak jasanarazten dizkie arrainei. Beste modu batera esanda, erabilitako libra kopurua nabarmen gutxituko balitz, egoera hilgarri hori asko aldatuko litzateke, akreko 0,1 libratik gora erabiltzea arriskutsutzat hartzen baita oro har. Eta pozoia behin sartuta, zaila da hartaz libratzea. Gogoko ez zituzten arrain batzuk kentzeko DDTarekin tratatu zuten urmael batek, hainbat drainatze- eta garbitze-saioen ondoren, oso kutsatuta jarraitzen zuen, eta gero hara bota zituzten ilargiarraïnne ehuneko 94 hil ziren. Antza denez, produktua urmaelaren hondoko lohian gelditu zen.

Oraingo egoera ez da hobe, nonbait, intsektizida modernoak lehenengoz erabiltzen hasi zirenean baino. Oklahomako Basabizia Kontserbatzeko Departamentuak 1961ean adierazi zuen etxaldeetako urmaeletan eta aintzira txikietan galdutako arrainei buruzko txosten bat, gutxienez, iristen zitzaïela astean, eta txosten kopurua areagotzen ari zela. Oklahomako galera horien eragile diren egoerak urtez urte errepikatu ziren, eta ezagunak egin ziren: uztei intsektizidak aplikatzea, euri-jasak eta urmaeletara bideratutako pozoia.

Munduko hainbat tokitan, urmaeletako arrain-hazkuntza ezinbesteko elikagai-iturria da. Halako tokietan, intsektizidak arrainei ekarriko dizkieten ondorioei begiratu gabe erabiltzeak berehalako arazoak sortzen ditu. Rhodesian, adibidez, jateko arrain baten kumeak, Kafueko bisiguarenak, akabatu zituzten sakonera txikiko putzuetan 0,04 ppm DDTren eraginpean jartzeagatik. Beste intsektizida askoren dosi txikiagoak ere hilgarriak izan daitezke. Arrain horiek bizi diren ur azalak toki aproposak dira eltxoa ugaltzeko. Eltxoak kontrolatzearen eta, aldi berean, Afrika erdialdeko dietan garrantzitsua den arrain bat kontserbatzearen arazoa ez da egoki konpondu, begi-bistakoa denez.

Esne-arrainaren hazkuntzak arazo berari egin behar dio aurre Filipinetan, Txinan, Vietnamen, Thailandian, Indonesian eta Indian. Esne-arraina sakonera txikiko urmaeletan hazten da herrialde horietako kostaldeetan. Arrainkume-sardak bat-batean agertzen dira kostaldeko uretan (inork ez daki nondik), eta palaz jaso, eta haztegieta jartzen dituzte erabat hazi arte. Arrain hura hain garrantzitsua da animalia-

jatorriko proteina-iturri gisa Asia hego-ekialdeko eta Indiako milioika arroz-jalerentzat, ezen Pazifikoko Zientzia Kongresuak nazioarteko ahalegin bat egitea gomendatu baitu orain ezagutzen ez diren errute-lekuak aurkitzeko, arrain horren hazkuntzari eskala masiboan ekiteari begira. Haztegi horietan galera handiak eragiten dituzten ihintzadurak baimenduta daude, dena den. Eltxoa kontrolatzeko hegazkinez eginiko ihintzatzeak garesti atera zaizkie urmael-jabeei Filipinetan. 120.000 esne-arrain zituen urmael horietako batean, erdiak baino gehiago hil ziren ihintzatze-hegazkin bat gainetik pasatu ondoren, nahiz eta jabeek ahalegin handiak egin zituzten pozoia diluitzeko urmaelak urez gainezka jarrita.

Azken urteotako arrain-akabatze ikusgarrienetako bat Colorado ibaian gertatu zen 1961ean, Austin azpian, Texasen. Igande-goiz batean, urtarrilaren 25ean, eguna argitu eta berehala arrain hilak agertu ziren Austineko Town Lake urtegi berrian eta ibaian, urtegitik behera bost bat miliara. Aurreko egunean ez zuten bakar bat ere ikusi. Astelehenean, ibaian behera berrogeita hamar miliara ere agertu ziren arrainak hilda. Ordurako, argi zegoen substantzia pozoitsuren bat zihoala ibaiko uretan behera. Urtarrilaren 31rako, ibaian behera 100 miliara, La Grange parean, arrain hilak zeuden, eta, astebete geroago, produktu horiek Austinetik 200 miliara ari ziren lan hilgarria egiten. Urtarrileko azken astean, Intracoastal Waterwayko uhateak itxi, eta ur pozoituak Mexikoko golkorantz desbideratu zituzten, Matagorda badiara sar ez zitezen.

Bitartean, Austinen zeuden ikertzaileek klordano eta toxafeno intsektizidekin loturiko usain bat atzeman zuten. Biziki sakona zen estoldetako bat hustean. Estolda horrek, iraganean, zerikusia izan zuen hondakin industrialek eragindako arazoekin, eta, Texaseko Ehiza eta Arrantza Batzordeko funtzionarioek urtegitik atzera jarraitu ziotenean, hexaklorobentzenoaren tankerako usaina sumatu zuten irekiune guztietan, produktu kimikoen lantegi bateko hartunera iritsi ziren arte. Lantegi hartako produktu garrantzitsuen artean, DDTa, hexaklorobentzenoa, kordanoa eta toxafenoa zeuden, bai eta beste intsektizida batzuk ere, kantitate txikiagoetan bada ere. Lantegiko gerenteak onartu zuen intsektizida-hautsa hustu berri zutela estoldatik behera, eta, are esanguratsuagoa zena, azken hamar urteetan ohikoa izan zela intsektizidak isurtzea eta hondakinak horrela ezabatzea.

Haratago ikertuz, funtzionario haiek aurkitu zuten beste lantegi batzuetan ere gerta zitekeela euriak edo garbiketako ur arruntek intsektizidak estoldetara eramatea. Kate horretako azken kate-begia, ordea, urtegi eta ibaiko urak arraintentzat hilgarri bihurtu baino egun batzuk lehenago etorri zen, estolda-sistema osoa garbitu baitzuten milioika galoi ur presio handian erabiliz hondakinak kentzeko. Garbiketa horrek, dudarik gabe, legar, hondar eta hondakinetan zeuden intsektizidak askatu zituen, eta urtegira eraman zituen. Handik, ibaira joan ziren, egindako test kimikoek egiaztatu zuten.

Masa hilgarriak, Colorado ibaian behera egin ahala, heriotza zerman aurrean. Urtegitik behera, 140 miliatan, ia erabatekoa izan zen arrainen akabatzea; gero, arrainen bat libratu zen jakiteko, sareak erabili zituzten, eta hutsik atera ziren. Hogeita zazpi espezieetako arrainak aurkitu zituzten hilik; guztira, 1.000 libra inguru ibaiertzeko milia bakoitzeko. Arrain katuak zeuden, ibaiko kirol-arrantzan nagusiak. Arrain katu urdinak, buruzapalak eta abar, lau espezieetako ilargiarrainak, arrain txiki distiratsuak, *Notropis cornutus*ak, *Catostomus nigricans*ak, perka amerikarrak, zamo arruntak, barbarinak eta bentosa-arrainak zeuden. Baita aingirak, *Lepisosteidae* familiako arrainak, zamo arruntak, *Carpiodes carpio*ak, *Dorosoma cepedianum*ak eta buffalo-arrainak. Haien artean, ibaiko patriarketako batzuk zeuden, tamainagatik urte asko izan behar zituztenak; arrain katu buruzapal askok 25 libra baino gehiago pisatzen zuten; 60 librako beste batzuk ere harrapatu omen zituen bertako jendeak; eta 84 libra pisatzen zituen arrain katu urdin erraldoi bat ere erregistratu zuten ofizialki.

Ehiza eta Arrantza Batzordeak iragarri zuen poluzio gehiagorik gabe ere ibaiko arrain-populazioaren eredua urteetarako alda zitekeela. Espezie batzuk —haien maila naturalaren muga zeudenak— sekula ez ziren izango beren kabuz suspertzeko gauza, eta besteak estatuak gauzatutako birpopulatzeko estentsiboaren bidez lagunduta baino ez ziren zabalduko.

Ez dugu datu zehatzik Austineko hondamendi horri buruz, baina, seguruenera, ondorioak ekarriko zituen. Ibaiko ur toxikoak, ibaian behera 200 milia baino gehiago egin eta gero, heriotza eragiteko ahalmena zuen artean. Arriskutsuegitzat jotzen zen Matagorda badiako uretara iristen uzteko, hango ostra- eta izkira-haztegiak direla eta;

horregatik, golko irekiko uretarantz desbideratu zuten emari toxiko osoa. Zer ondorio eragin zituen han? Eta agian kutsatzaile haiek bezain hilgarriak zeramatzen beste ibaietako emariek?

Galdera horien erantzunak, kasu gehienetan, aieruak baino ez dira, baina kezka gero eta handiagoa da estuario, padura, badia eta kostako beste ur batzuen poluzioan pestizidek jokatzten duten paperari dagokionez. Eremu horiek, kutsatutako ibai-jarioak jasotzeaz gain, zuzenean ihinztatzen dituzte eltxoak edo beste intsektu batzuk kontrolatu nahian.

Padura, estuario eta itsasoko senai bare guztietan pestizidek duten eragina ez da inon erakutsi Floridako ekialdeko kostaldean, Indian ibaiaren eskualdean, bezain grafikoki. Han, 1955eko udaberrian, St Lucie Countyko 2.000 akre padura inguru tratatu zituzten dieldrinarekin, hondar-euliaren larba akabatu nahian. Akreko libra bat osagai aktiboko kontzentrazioa erabili zuten. Eragina katastrofikoa izan zuen uretako bizian. Estatuko Osasun Batzordearen Ikerketa Entomologikoen Zentroko zientzialariek sarraskia ikertu zuten ihinztaduraren ondoren, eta jakinarazi zuten arrainen akabatzea «funtsean erabatekoa» izan zela. Arrain hilek urertza zikintzen zuten edonon. Airetik, ikusten zen marrazoak harantz zihoazela babesgabe eta hiltorian zeuden arrainek erakarrita. Espezie bat bera ere ez zuten barkatu. Hildakoen artean, barbarinak, *Centropomus* generoko arrainak, *Gerres* espeziekoak eta ganbusiak zeuden.

«Padura guztietan, Indian ibaiaren ertzean izan ezik, gutxienez 20-30 tona arrain hil ziren berehala, gutxienez 30 espezieetako 1.175.000 ale inguru», jakinarazi zuten ikerketa-taldeko R. W. Harrington Jr. eta W. L. Bidlingmayerrek.

«Antza denez, moluskuei ez zien kalterik egin dieldrinak. Krustazeoak kasik deuseztatuak izan ziren eremu osoan. Karramarro urtarren populazio osoa suntsitu zen, antza, eta karramarro biolin-jotzaileak kasik deuseztatu; bizirik iraun zuten, aldi batez, pikorrek iritsi ez ziren padura-zatietan.

Kirol-arrantzako eta jateko arrainak azkarrago hil ziren... Karramarroak hiltorian zeuden arrainen ganean jarri ziren, eta suntsitu egin zituzten, baina, hurrengo egunean, karramarroak berak ere hilik zeuden. Barraskiloei arrain-karkasak irensten jarraitu zuten. Bi asteren ondoren, ez zen geratzen arrain hilen hondakin-arrastorik».

Argazki ilun berdintsua egin zuen Herbert R. Mills doktore zenak Tampa badian (Floridako beste aldeko kostaldean) egin zituen behaketetan, non Audubon Elkarte Nazionalak itsas hegaztientzako babesleku bat kudeatzen baitu Whiskey Stump Key ere hartzen duen eremu batean. Babeslekua, ironikoki, aterpe eskasa izan zen, osasun-alorreko tokiko agintariak *Ochlerotatus squamiger* eltxoak akabatzekeo kanpaina bati ekin ziotenean. Berriro ere, arrainak eta karramarroak izan ziren biktima nagusiak. Karramarro biolin-jotzaileak, lokazti edo hareatzetan larreko ganadua bezala taldetan mugitzen den krustazeo txiki eta bitxiak, ez du defentsarik ihintzatzaileen kontra. Udako eta udazkeneko hilabeteetan egindako ihintzaduren ondoren (eremu batzuk hamasei aldiz ere ihintzatu zituzten), karramarro horien egoera honela laburbildu zuen Mills doktoreak:

«Ordurako, agerikoa zen biolin-jotzaileen gainbehera etengabea. Itsasaldiaren eta eguraldiaren eraginez, 100.000 biolin-jotzailek egon behar zuten inguru haietan egun hartan (urriak 12), baina ez zeuden ehun baino gehiago, eta haiek hondartzan edonon ikus zitezkeen, hilik edo gaixo, dardarizotan, konbultsiotan, estropezuka, narras ibili ezinik. Ihintzatu gabeko aldameneko eremuetan, berriz biolin-jotzaile ugari zeuden».

Bizitoki duen munduaren ekologian Karramarro biolin-jotzaileak funtsezko tokia betetzen du bizitoki duen munduaren ekologian, eta ordeztetzina da. Bazka-iturri garrantzitsu bat da animalia askorentzat. Kostaldeko mapatxeak hartaz elikatzen dira. Berdin egiten dute paduretan bizi diren beste hegazti batzuek, hala nola *Rallus longirostrisek*, *Charadriiformes* ordenakoek eta beste itsas hegazti migratzaile batzuek. DDTarekin ihintzaturiko New Jerseyko padura batean, *Larus atricilla* kaioen ohiko populazioa ehuneko 85 urritu zen zenbait astean, antza denez, ihintzaduraren ondoren hegaztiekin nahiko janari aurkitu ezin zutelako. Paduretako karramarro biolin-jotzaileak garrantzitsuak dira bestela ere, sarraskijale onuragarriak baitira eta zingiretako lohia egurasten baitute habiak egiterakoan. Era berean, arrantzaleek amuzki gisa erabiltzen dituzte.

Karramarro biolin-jotzaileaz gain, marearteko paduretako eta estuarioetako izaki gehiago ere mehatxatzen dituzte pestizidek; horietako batzuek garrantzi nabariagoa dute gizakientzat. Chesapeake badiako eta Atlantikoko kostaldeko beste eremu batzuetako karramarro

urdin ospetsuak dira adibide bat. Karramarro horiek hain sentikorrak dira intsektiziden aurrean, ezen marearteko paduretako lats, zanga eta urmaelen ihintzatzeak han bizi diren karramarro gehienak akabatzen baititu. Ez dira bertako karramarroak bakarrik hiltzen, itsasotik ihintzatutako eremura mugitzen direnak ere erortzen dira, irauten duen pozoia eraginpean. Eta, batzuetan, gerta liteke pozoitzea zeharkakoa izatea, Indian ibaitik gertu dauden paduretan bezala; han, karramarro sarraskijaleek hilzorian dauden arrainei erasotzen diete, baina karramarroak berak ere berehala erortzen dira pozoia eraginez. Gutxiago dakigu otarrain amerikarrak bizi duen arriskuari buruz. Dena den karramarro urdina eta biak artropodo talde berekoak dira, fisiologia berdina dute funtsean, eta, seguruenik, ondorio berak jasango dituzte. Gauza bera gertatuko zaie *Menippe mercenariari* eta gizakiarentzat jaki gisa garrantzi ekonomiko zuzena duten beste krustazeo batzuei ere.

Itsasbazterreko urek—badiak, itsasarteak, estuarioak, marearteko padurak— garrantzi ekologiko goreneko unitate bat osatzen dute. Lotura oso estua dute arrain, molusku eta krustazeo askoren biziarekin, eta funtsezkoak dira horientzat; itsasbazterreko urak bizitzeko egokiak ez badira, itsas jaki horiek gure mahaiaetatik desagertuko dira.

Kostaldeko uretan zabal dabilzan arrain askok ere babestutako itsasbazterreko eremuen beharra dute kumeentzako mintegi eta bazkaleku gisa. *Megalops atlanticus* kumeak ugari dira Florida mendebaldeko kostaldearen beheko herena inguratzen duten erreka eta ubideen labirinto mangladiz estali horretan. Kostalde atlantikoan, New Yorkeko hegoaldeko kostalde ia osoan kate babesgarri gisa dauden itsasadarren arteko hareatzetan erruten dute zenbait espeziek: *Cynoscion regalis*, *Micropogonias undulatus*, *Leiostomus xanthurus* eta *Aplodinotus grunniens*. Arrainkumeak arrautzatik ateratzen dira, eta mareak itsasadarretan zehar eramaten ditu. Badia eta senaietan —Currituck, Pamlico, Bogue eta beste asko—, zer jar ugari aurkitzen dute, eta azkar hazten dira. Ur epel, babestu eta bazka ugariko mintegi-eremu horiek gabe, espezie horretako eta beste askotako populazioa ezingo litzateke mantendu. Alabaina, ibaien bidez eta zuzenean padurak ihintzatuz, pestizidak hara sar daitezten uzten ari gara. Eta arrain horiek, lehenengo etapen, heldutasunean baino gehiago, bereziki minberak dira zuzeneko pozoitze kimikoen aurrean.

Izkirak ere itsasbazterreko bazkalekuen beharra du bere kumeentzat. Espezie-aniztasunak eta -ugaritasunak sostengatzen dute Atlantiko hegoaldeko eta Golkoko estatuetako arrantza komertziala. Errutea itsasoan gauzatzen den arren, kumeak estuario eta badietan barneratzen dira aste gutxi batzuk dituztenean, hainbat muda eta forma-aldaketa jasateko. Maiatz edo ekainetik udazkena arte egoten dira han, hondoko detrituan bazkatzen. Itsasbazterrean egiten duen denboraldi osoan, izkira-populazioaren ongizatea eta haiek sostengatzen duten industriarena estuarioko kondizio egokien baitan dago.

Pestizidak arrisku bat al dira izkiraren arrantzarako eta merkatuak hornitzeko? Erantzuna Arrantza-toki Komertzialen Bulegoak egin berri dituen laborategiko esperimenduetan egongo da, beharbada. Aurkitu zuten izkirakume komertzialaren intsektizidekiko tolerantzia biziki txikia zela larba-aldia pasatu berritan; bilioiko partetan (ppb) neurtzen da, milioiko partetan (ppm) neurtu beharrean. Adibidez, esperimendu batean, dieldrinak izkiren erdiak akabatu zuen 15 ppb baino ez zuen kontzentrazio batekin. Beste produktu kimiko batzuk are toxikoagoak ziren. Endrinak —pestizida hilgarrienetako bat— izkiren erdiak akabatu zuen $\frac{1}{2}$ ppb baino ez zuen kontzentrazio batean.

Ostrak eta txirlak mehatxatzen dituzten arriskuak ugari dira. Berriri ere, lehenengo etapak dira zaurgarrienak. Itsaski horiek badia, senai, eta marearteko ibaien hondoan bizi dira, Ingalaterra Berritik Texasera eta Ozeano Bareko kostaldeko eremu babestuetan. Nahiz eta heldutasunean sedentarioak izan, itsasoan erruten dute, eta kumeak aske ibiltzen dira han zenbait astez. Udako egun batean txalupak atoian daraman sare fin batek, planktona osatzen duten beste landare eta animaliekin batera, txirla- eta ostra-larba ezin ñimiñoagoak eta kristala bezain hauskorrak bilduko ditu. Larba garden horiek, hauts-izpien tamainakoak, ur-azalean noraezean igeri ibiltzen dira planktoneko landare mikroskopikoetan bazkatuz. Itsas landare ñimiñoen uzta ahitzen bada, itsaski-kumeak goseak hilko ditu. Alabaina, pestizidek plankton kantitate nabarmenak suntsi ditzakete ongi aski. Belardietan, soro landuetan eta bide-bazterretan eta kostaldeko paduretan erabili ohi diren herbizidetako batzuk biziki toxikoak dira molusku-larbek bazkatzat erabiltzen dituzten plankton-landareentzat —kasu batzuetan, aski da ppb gutxi batzuk izatea—.

Larba delikatu horiek akabatzeke, nahikoak dira zenbait intsektizida arrunten kantitate oso txiki batzuk. Dosi hilgarrien baino

txikiagoen eraginpean jartzeak ere larbaren heriotza ekar dezake azkenerako, hazkunde-tasa ezinbestean atzeratzen delako. Horrek luzatu egiten du larbak planktonaren mundu arriskutsuan emango duen denbora, eta, hortaz heldutasunera bizirik heltzeko aukerak urritzen dizkio.

Molusku helduentzat, itxuraz, txikiagoa da zuzeneko pozoitze-arriskua, pestizidetako batzuen kasuan bederen. Hori, ordea, ez da lasaitzekoa, nahitaez. Ostrek eta txirlek digestio-organoetan eta beste ehun batzuetan kontzentra ditzakete pozoiz horiek. Bi itsaski mota horiek osorik jan ohi dira, eta, batzuetan, gordinik. Arrantza-toki Komertzialen Bulegoko Philip Butler doktoreak paralelotasun kezagarri bat utzi zuen agerian, eta, haren arabera, gu geu aurkitu gaitezke txantxangorri amerikarren egoera berean. Haren arabera, txantxangorri amerikarrak ez ziren hil DDT-ihintzaduren ondorioz zuzenean. Lur-zizareak jan zituztelako hil ziren, eta zizare horiek metatuta zituzten jada pestizidak ehunetan.

Erreka edo urmael batzuetan intsektu-kontrolaren zuzeneko eta begi-bistako ondorioarengatik milaka arrain eta krustazeo bat-batean hiltzea dramatikoa eta asaldagarria da, baina erreka eta ibaien bidez estuarioetara iristen diren pestiziden ondorio ikusezin eta oraindik ere neurri handi batean ezezagun eta neurtezin horiek txarragoak izan litezke luzera. Egoera osoa galderaz josita dago, eta galdera horientzako behar bezalako erantzunik ez dugu oraindik. Badakigu etxalde eta basoetako isurietan dauden pestizidak itsasoratzen ari direla orain ibai nagusi gehietako, eta agian guztietako, urek eramanda. Baina ez dugu produktu horien guztien izaera edo kantitatea ezagutzen, eta itsasora oso diluituta heldu diren produktu horiek identifikatzeko test fidagarriarik ez dugu oraindik. Badakigu bide luze horretan aldaketaren bat jasango dutela, seguruenera, baina ez dakigu produktu aldatu hori jatorrizkoa baino toxikoagoa den ala ez. Kasik esploratu ez den beste alor bat produktu kimikoen arteko interakzioarena da; itsas ingurunean sartzen direnean, bereziki larri bilakatzen da gai hori, ingurune horretan mineral desberdin anitz baitaude nahasteko eta garraiatzeko. Kontu horiei guztiei erantzun zehatzak emateko premia dago, eta ikerketa estentsibo batek baino ezin ditu eman erantzun horiek; hala ere, xede horretarako baliabideak urriak dira oso, tamalez.

Ur gazi eta gezatako arrantza garrantzi handiko baliabidea da, eta jende andanaren interesei eta ongizateari eragiten die. Ezin dugu

zalantzan jarri gure uretan sartzen ari diren produktu kimikoei larri mehatxatzen dutela interes eta ongizate hori. Spray gero eta toxikoagoen garapenean urtero gastatzen den dirutik zati txiki bat bederen ikerketa baliagarrietara bideratuko bagenu, bideak aurkituko genituzke arrisku txikiagoko materialak erabiltzeko eta pozoia gure ubideetara sartzen ez uzteko. Noiz jabetuko da jendea gertakari horiez, horrelako ekintza bat exijitzeko adina?

10. kapitulua

Zerutik, bereizi gabe

Soro landuetan eta basoetan hasieran tarteka erabili zituztenetik, airetiko ihinztaduren helmena hedatu egin da, eta haien bolumena hainbeste handitu da, ezen lurrazalaren gaineko «heriotza-euri harrigarri» bilakatu baitira, ekologista britainiar batek zioen bezala. Pozoiekiko gure jarrera gutxi aldatu da. Garezur batez eta bi hezur gurutzatuz markatutako edukiontzietan gordetzen zituzten lehen; erabiltzen zituzten aldi gutxi horietan, kontu handiz markatzen zituzten, xede zuten horrekin soilik jar zitezen kontaktuan. Intsektizida organiko berriak garatzean, eta Bigarren Mundu Gerraren ondorengo hegazkin-soberakin handiarekin, hori guztia ahaztu egin zuten. Gaur egungo pozoiak inoiz baino arriskutsuagoak diren arren, zeruetatik behera bereizi gabe isurtzeko produktu bilakatu dira, harrigarria bada ere. Xede-intsektu edo —landareek soilik ez, euri erradiaktibo kimikoaren eragin-eremuaren barruan dagoen beste edozerk ere —gizatiar ala ez— jaso dezake pozoia ukitu zitala. Ez dira soro landuak eta basoak soilik ihinztatzen, herri eta hiriak ere bai.

Jende askok ditu orain errezelok milioika akreren gainean isurtzen diren produktu kimiko horien airetiko banaketari dagokionez, eta 1950eko hamarraldi-amaierako bi ihinztatze-kanpaina masiboek eragin handia izan dute zalantza horiek areagotzean. Ipar-mendebaldeko estatuetan ijito-sitsaren aurka eta hegoaldean su-inurriaren aurka egin zituzten kanpainak dira. Ez bata eta ez bestea dira Estatu Batuetako intsektuak, baina biek urte asko eman dituzte herrialde honetan neurri latzak hartzeko moduko arazorik sortu gabe. Hala ere, neurri drastikoak hartu zituzten bat-batean haien kontra, gure Nekazaritza Departamentuko kontrol-saila luzaroegi gidatu duen filosofia —«xedeak bitartekoa justifikatzen du»— gidari hartuta.

Ijito-sitsaren programak erakusten du zenbateko kaltea egin daitekeen tokian tokiko eta neurrizko kontrolaren ordezkari eskala handiko tratamendu zuzentziagabea erabiltzen denean. Kontrol-beharra handizkatzean oinarritutako kanpaina baten lehenengo ereduak da su-inurriaren kontrako kanpaina; baldarki jarri zuten abian, xedea akabatzeko behar zen pozo-dosiari buruzko edo beste izaki bizidunenganako eraginei buruzko ezagutza zientifikorik gabe. Bi programetako batek ere ez du lortu bere helburua.

Ijito-sitsa, jatorriz europarra, ia ehun urtez izan da Estatu Batuetan. 1869an, Leopold Trouvelot zientzialari frantsesari horietako sits gutxi batzuek alde egin zioten, ustekabean, Medforden zuen laborategitik (Massachusetts); zeta-harrekin gurutzatzeko probak egiten ari zen han. Poliki-poliki, ijito-sitsa Ingalaterra Berri osora hedatu da. Hedatze progresibo horren lehenengo eragilea haizea izan da; larba edo beldarra biziki arina da, eta altura nahiko handietan eta distantzia handietan eraman daiteke. Arrautza pilak daramatzaten landareen bidalketa da beste bide bat; neguan, forma hori hartzen dute landare-espezieek irauteko. Ijito-sitsa, larba-aldian haritzen eta hosto zabaleko beste zenbait zuhaitzen hostotzari udaberri oro aste gutxi batzuek erasotzen diona, Ingalaterra Berriko estatu guztietan dago orain. Noizbehinka, New Jersey —1911n sartu zen han, Herbehereetatik zetorren izei-bidalketa batean— eta Michiganen ere —ez dakigu han nola sartu zen— agertzen da. Ingalaterra Berrian 1938an izan zen urakanak Pennsylvaniara eta New Yorkera eraman zuen, baina Adirondack mendikateak barrera modura jokatu du, eta ez da mendebalderago zabaldu; izan ere, mendikate horretan, ijito-sitsa erakartzen ez duten espezieak landatu zituzten.

Askotariko metodoak erabili izan dira ijito-sitsa herrialdearen ipar-ekialdeko ertzean konfinatzeko, eta, kontinente honetara iritsi zenetik igaro diren ia ehun urteetan, ez du funtsik izan hegoaldeko Appalacheetako baso angiospermo handiak inbadituko zituen beldurrak. Hamahiru parasito eta harrapari inportatu zituzten atzeritik, eta arrakastaz ezarri ziren Ingalaterra Berrian. Nekazaritza Departamentuak berak sinesgarritasuna eman die inportazio horiei, ijito-sitsaren agerpenen maiztasuna eta suntsigarritasuna nabarmen gutxitu dira eta. Kontrol natural horri, berrogeialdiei eta toki-ihinztadurei esker lortu zen emaitza «hedatzearen eta kalteen murrizketa bikaintzat» definitu zuen Departamentuak 1955ean.

Hala ere, arazoen egoerarekiko asebetetasun hori adierazi eta urtebetera, gehiago ez, Departamentu horretako Landare Izurriak Kontrolatzeko Saila urtean milioika akre ihintzaduraz estaltzeko programa batean sartu zen, ijito-sitsa erabat «ezabatze» asmoarekin. («Ezabatzeak» esan nahi du espezieak erabat suntsitzea edo sarraskitzea bizi-eremu osoan. Dena dela, ondoz ondoko programek huts egin dutenez, Departamentuak beharrezko ikusi du espezie berak eta eremu berean bigarren edo hirugarren aldiz «ezabatzeaz» hitz egitea.)

Ijito-sitsaren aurkako gerra kimiko erabatekoa eskala handinahi batera eraman zuen Departamentuak. 1956an, kasik milioi bat akre ihintzatu zituzten Pennsylvania, New Jersey, Michigan eta New York estatuetan. Ihintzaturiko eremuetako jendeak kalteen erreklamazio ugari egin zituen. Kontserbazionistak gero eta kezkatuago zeuden eremu itzelak ihintzatzeko eredua egonkortzen ari zelako. 1957an, hiru milioi akre ihintzatzeko plana iragarri zutenean, oposizioa areagotu egin zen. Nekazaritzako funtzionario estatal eta federalek gutxietsi egin zuten banakako erreklamazioen garrantzia.

1957an ijito-sitsaren aurka egindako ihintzaduran sartu zuten Long Islandeko inguruan, nagusiki, populazio handia duten hiri eta aldiriak zeuden, bai eta paduraz inguraturiko kosta-eremu batzuk ere. New York hiria bera alde batera utzita, Nassau County (Long Island) bera da New Yorken kokatutako konderri populatuena. Orduan, programa justifikatzeko, «New York hiriko metropoli-barrutia izurritzeko arriskua» aipatu zuten arrazoi nagusitzat, baina zentzugabekeria handia dirudi horrek. Ijito-sitsa basoko intsektua da, ez hiriko biztanlea, jakina. Ez da larre, soro landu, lorategi edo zingiretakoa ere. Hala eta guztiz ere, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuak eta New Yorkeko Nekazaritza eta Azoken Departamentuak kontratatu zituzten hegazkinek, 1957an, inpartzialki isuri zuten agindutako DDTa fuel-oliotan. Baratzak eta esne-behien abeltegiak, arrantza-parkeak eta padurak ihintzatu zituzten. Aldiriko lursailen akre-laurden bat ihintzatu zuten, orroka zetorren hegazkina iritsi aurretik bere lorategia tapatzeko ahaleginetan ari zen etxekoandrea blaitu zuten, eta jolasean ari ziren haurrak eta tren-geltokietako bidaiariak intsektizidarekin dutxatu zituzten. Setauketen, hegazkinek ihintzatutako soro bateko askatik edan zuen zaldi bizkor dotore batek; handik hamar ordura, hilik zegoen. Ibilgailuak olio-nahastura batez zikinduta zeuden; lore eta

zuhaixkak hondaturik zeuden. Hegazti, arrain, karramarro eta intsektu onuragarriak akabatu zituzten.

Long Islandeko herritar talde batek, mundu osoan famatua den Robert Cushman Murphy ornitologoa buru zuela, errekerimendu judizial bat jarri zuen 1957ko ihintzatzea galarazteko. Aurretiko errekerimendua ezetsia izan zenez, herritar horiek agindutako DDT-ihintzadura jasan behar izan zuten, baina behin betiko agindua lortzeko ahaleginetan jarraitu zuten. Hala ere, ekintza jada burututa zegoenez, errekerimendueskaera «eztabaidagarria» zela argudiatu zuten auzitegiek. Kasua Auzitegi Goreneraino eraman zuten, eta hark entzuteari uko egin zion. William O. Douglas epailea kasua ez berraztertze erabakiaren kontra zegoena erabat, eta hau adierazi zuen: «aditu eta funtzionario arduradun askok DDTaren arriskuei buruz zabaldu duten alarmak kasu honen garrantzi publikoa azpimarratzen du».

Long Islandeko herritarrek jarritako auzia baliagarri izan zen, bederen, jendeak arreta jar zezan intsektizidak trumilka aplikatzeko joera gero eta hedatuago horretan eta ustez hautsi ez diren herritar partikularren jabetza-eskubideei jaramonik ez egiteko kontrol-agentziek duten ahalmen eta joeran.

Ijito-sitsaren aurkako ihintzaduran esnari eta etxaldeetako produktuei eragindako kutsadura ustekabe desatsegina izan zen jende askorentzat. New Yorken, Westchester County iparraldeko Waller etxaldean, 200 akretan gertatutakoa adierazgarria da. Waller andreak argi eta garbi eskatu zien Nekazaritzako funtzionarioei haren lurrak ez ihintzatzeko, ezinezkoa izango zelako basoak ihintzatzerakoan larreak saihestea. Soroetan ijito-sitsa kontrolpean edukitzeko eta ihintzadura puntualen bidez edozein izurrite akabatzeko eskaintza egin zuen. Etxalderik ihintzatuko ez zutela agindu zioten arren, haren jabegoak zuzeneko bi ihintzatze jaso zituen, eta, gainera, noraezeko ihintzadura bitan jasanarazi zioten. Wallertarren Guernsey arraza garbiko behiei berrogeita zortzi ordu geroago hartutako esne-laginek 14 ppm DDT zeukaten. Behiak bazkatzeko erabilitako larreetatik hartutako bazka-laginak ere kutsatuta zeuden, jakina. Konderriko Osasun Departamentuari jakinarazi zioten arren, hark ez zuen eman esnea ez merkaturatzeko agindurik. Egoera horrek erakusten du kontsumitzaileak babesteko neurririk eza oso ohikoa dela zoritzarrez. Elikagaien eta Drogen Administrazioak esnetan pestizida-hondakinik

izatea debekatzen duen arren, ezarritako murrizketak, desegoki jagoteaz gain, estatu arteko bidalketei soilik aplikatzen zaizkie. Estatuko eta konderriko funtzionarioak ez daude behartuta federazioko pestizida-tolerantziei jarraitzera baldin eta tokiko legeetara egokitu ez badira, eta gutxitan egiten dute hori.

Ortuzainek ere sufritu zuten. Zenbait hosto-labore hain kiskalita eta orbanduta zeuden, ezin baitziren merkaturatu. Beste batzuek hondakin asko zituzten; Cornelleko Unibertsitateko Nekazaritza Esperimentuen Estazioan analizatutako ilar-lagin batek 14-20 ppm DDT zituen. Legezko maximoa 7 ppm dira. Ortuzainek, beraz, galera handiak pairatu behar izan zituzten, edo legez kontrako hondakinak zituzten produktuak saldu beharrean aurkitu ziren. Haietako batzuek kalte-ordainak eskatu eta jaso zituzten.

Aireko DDT-ihinztadurek gora egin zuten ahala, gora egin zuten epaitegien jarritako auziek Auzi horien artean zeuden New York estatuko zenbait eskualdetako erlezainek aurkeztutakoak. 1957ko ihinztaduraren aurretik ere, erlezainek gogor sufritu zuten baratzeetan DDTa erabiltzeagatik. «1953 arte, ebanjelioari bezalako begirunea nion Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentutik eta Nekazaritza Fakultateetatik zetorren edozeri», zioen haietako batek saminduta. Baina urte hartan, maiatzean, 800 erlauntz galdu zituen gizon horrek, estatuak eremu zabal bat ihinztatu ondoren. Hedatua eta handia izan zen galera, eta beste hamalau erlezainek bat egin zuten harekin, estatua auzitara eraman eta kalte-ordainetan milioi-laurden dolar eskatzeko. Beste erlezain batek —haren 400 erlauntzak 1957ko ihinztaduraren xede izan ziren, kasualitatez— jakinarazi zuen erleen soro-indarraren ehuneko ehun (erlauntzetarako nektarra eta polena biltzen zuten erle langileak) akabatu zutela basoetan, eta ehuneko berrogeita hamar baino gehiago, horren intentsiboki ihinztatu ez zituzten etxalde-inguruetan. «Oso penagarria da maiatzean lorategian barrena ibiltzea eta erlarorik ez entzutea», idatzi zuen.

Ijito-sitsaren aurkako programak ekintza arduragabe askorengatik nabarmendu ziren. Ihinztatze-hegazkinei, akre bakoitzeko ordaindu ordez, galo bakoitzeko ordaindu zieten, ez zuten egin zuhur jokatzeko ahaleginik, eta jabego asko behin baino gehiagotan ihinztatu zituzten. Airetik ihinztatze kontratuak estatutik kanpoko enpresa bati eman zizkioten, gutxienez kasu batean, bertako helbiderik ez zuen bati,

eta enpresa hark ez zuen bete lege-erantzukizunak ezarri ahal izateko izapidea, hots, estatuko funtzionarioen aurrean erregistratzea. Egoera biziki labainkor horretan, sagasti edo erleei eragindako kalteengatik diru-galera zuzenak jasan zituzten herritarrak ohartu ziren ez zegoela nori erreklamatu.

1957ko ihintzadura hondagarriaren ondoren, bat-batean eta drastikoki murriztu zuten programa, lanaren aurretiko «ebaluazioari» eta ordezeko intsektizidak probatzeari buruzko adierazpen nahasiak emanda. 1957an, hiru milioi eta erdi akre ihintzatu zituzten; 1958an, milioi-erdi akre; eta 100.000 akre inguru 1959an, 1960an eta 1961ean. Denbora-tarte horretan, kontrol-agentziek Long Islandeko egonezinaren berri izango zuten, noski. Ijito-sits andana agertu zen berriro han. Jendearen konfiantzari eta borondate onari zegokionez, Departamentuari garesti atera zitzaion ijito-sitsa betiko deuseztatu nahi zuten ihintzatzeko-operazioa, eta, gainera, ez zuen ezertxo ere lortu.

Bitartean, Landare Izurriak Kontrolatzeko Sailekoak ijito-sitsaz ahaztu ziren denbora batez, lanpetuta ibili baitziren are asmo handiagoak zituen beste programa bat hegoaldean abian jartzen. «Ezabatze» hitza aise ateratzen zen artean departamentuko mimeografoetatik; orduko hartan su-inurriaren ezabatzea agintzen zuten prentsa-komunikatuek.

Su-inurria —zitzada sutsuak egiten dituelako du izen hori— Hego Amerikatik sartu zen, antza, Estatu Batuetara, Mobileko portutik (Alabama); Lehenengo Mundu Gerra amaitu eta geroxeago aurkitu zuten han. 1928rako, Mobileko aldirietara hedatu zen, eta, harrezkero, inbasioak aurrera jarraitu du gaur egun arte; non hegoaldeko estatu gehienetara iritsi da.

Estatu Batuetara iritsi zenetik, berrogeitaka urteotako gehienetan, su-inurriak ez du arreta handiegirik bereganatu, itxuraz. Ugariagoa zen estatuetan, gogaikarritzat hartzen zuten; batez ere, habia handiak edo oin bateko pilak edo garaiagoak egiten zituelako. Pila horiek etxaldeetako makinen lana oztopatzen zuten. Baina bi estatuk baino ez zuten hartu hogeitazintseko garrantzitsuenetakotzat, eta zerrendaren amaiera aldera jarri zuten, gainera. Ez dirudi su-inurriak kezka ofizial edo pribaturik sorrarazi zuenik uztak edo ganadua arriskuan jartzeari zegokionez.

Akabatzeko ahalmen handiko produktu kimikoak garatzean, bat-batean aldatu zen su-inurriarekiko jarrera ofiziala. 1957an Estatu

Batuetakoko Nekazaritza Departamentuak bere historiako publizitate-kanpaina apartekoenetako bat jarri zuen abian. Su-inurria kolpe batez bilakatu zen gobernuaren oharren, filmen eta jatorri ofizialeko istorio-bonbardaketaren xede, eta hegoaldeko nekazaritzaren espoliatzailatzat eta hegaztien, ganaduaren eta gizakiaren akabatzailetzat agerrarazi zuten. Kanpaina indartsu bat iragarri zuten, eta, kanpaina horretan, gobernu federalak, eragina jasan zuten estatuekin lankidetzan, hegoaldeko bederatzi estatutako 20 milioi akre inguru tratatu zituen.

«Badirudi Estatu Batuetako pestizida-fabrikatzaileek salmentamauka aurkitu dutela izurriteen aurka Nekazaritza Departamentuak bideratzen dituen eskala handiko programa gero eta ugariagoetan», jakinarazi zuen alai finantza-egunkari batek 1958an, su-inurrien programa abian zela.

Inoiz ez da gertatu pestizida-programa bat ia mundu guztiak, salmenten mauka horren onura jaso dutenek izan ezik, hain gogor eta merezita gaitzestea. Intsektuen kontrol masiboaren alorrean egin den esperimentu gaizki asmatu, txarto gauzatu eta zentzu guztietan zorigaiztoko baten adibide bikaina da; horregatik, ezin da ulertu, dolarrei, animalien suntsipenari eta jendeak zuen Nekazaritza Departamentuarekiko konfiantzaren galerari zegokienez horren esperimentu garestia izanik, zergatik ez den bideratu horretarako baliabiderik.

Gerora sona galdu zuten ordezkartzen bidez irabazi zuten proiektuaren babesa Kongresuan, hasiera batean. Hegoaldeko nekazaritzarako arrisku larritzat deskribatu zuten su-inurria, uztak eta basabizia suntsitzen baitzituen habia lurrean egiten duten hegaztikumeei eraso eginez. Haren ziztada gizakien osasunarentzat arriskutsua zela esan zuten.

Baina nolako oihartzuna izan zuten eskari horiek? Zuzkiduren bila zebiltzan Departamentuko lekukoen adierazpenak ez zetozen bat Nekazaritza Departamentuko oinarritzko argitalpenetan jasotakoekin. «*Insecticide Recommendations... for the Control of Insects Attacking Crops and Livestock*» 1957ko argitalpenean, su-inurria aipatu baino askoz gehiago ez zuten egin —huts nabarmena Departamentuak bere propaganda sinesten bazuen—. Gainera, 1952ko *Yearbook* argitalpen entziklopedikoak —intsektuen gainekoa— su-inurriari buruzko paragrafo bakarra zuen milioi-erdi hitzen artean.

Su-inurriak uztak hondatu eta ganaduari erasotzen diola dioen aldarri dokumentatu gabearen kontra, intsektu horiekin eskarmenturik handiena duen estatuan, hots, Alabaman, Nekazaritza Esperimentuen Estazioak eginiko azterketa arduratsu bat dago. Alabamako zientzialarien arabera, «landareak oro har kaltetzea ezohikoa da». F. S. Arant doktoreak —Alabamako Institutu Politeknikoko entomologoa eta Amerikako Entomologia Elkartearen lehendakaria, 1961ean— adierazi zuen haren departamentuak ez zuela jaso «inurriek landareei eginiko kalteei buruzko salaketa bakar bat ere joandako bost urteetan... Ganaduan ere ez da kalterik atzeman». Su-inurriak landan eta laborategian behatu dituzten gizon horien arabera, su-inurriak beste intsektu batzuez elikatzen dira, nagusiki, eta haietako asko gizakiaren interesentzat kaltegarritzat jotzen dira. Su-inurriak ikusi izan dituzte kotoi-leketako gurgurioaren larba jaten. Pilak eraikitzen dituzte, eta horrek badu xede baliagarri bat, lurzorua aireztatu eta drainatzea, hain zuzen ere. Alabamako azterlanak Mississippiko Estatu Unibertsitateko ikerketetan oinarritu dira, eta askoz eraginkorragoak dira Nekazaritza Departamentuaren frogak baino, inurri bat beste batekin nahas dezaketen nekazariekin izandako elkarriketetan edo aspaldiko ikerketetan oinarritzen baitira azken horiek. Entomologo batzuek uste dute inurrien elikatze-ohiturak aldatu egin direla ugaritu diren neurrian; hortaz, duela hamarraldi batzuk eginiko behaketek balio txikia dute orain.

Inurria osasunarentzat eta biziarentzat arriskutsua delako aldarria ere aldatu beharra dago. Nekazaritza Departamentuak propaganda-film bat sustatu zuen (bere programarako laguntza lortzeko), eta su-inurriaren ziztadei buruzko eszena izugarriak sartu zituen. Onartu behar da mingarria dela, eta ziztatua izatea saihestu behar dela, liztor edo erle baten ziztada saihesten den bezala. Pertsona sentikorrei erreakzio handia eragin diezaieke, eta medikuntzako testuetan badago su-inurriaren pozoiari egotz dakioken heriotza bat. Horrekin alderatuta, Bizi Estatistiken Bulegoak erle- eta liztor-ziztadek eragindako hogeita hamahiru heriotza erregistratu zituen 1959an soilik. Alabaina, inork ez du proposatu, antza, intsektu horiek «ezabatzea» proposatu. Berriro ere, tokian tokiko frogak sinesgarriagoak dira. Su-inurriak berrogei urte daramatza Alabaman, eta han askoz kontzentratuago dago, baina, hala ere, Alabama estatuko osasun-funtzionarioak adierazi duenez, «Alabaman sekula ez da erregistratu su-inurriaren ziztadek eragindako heriotzarik», eta «kasualitatekotzat» ditu su-inurriaren hozkadengatik

mediku-kasuak. Inurriak belardietan edo jolas-zelaietan eginiko pilek eragin ditzakete haurrak errazago ziztatzeko egoerak, baina hori milioika akre pozoiekin busti-busti egiteko aitzakia bat baino ez da. Egoera horiek aise konpon daitezke pila horiek banan-banan tratatuta.

Ehizako hegaztiak kaltetzen zituela ere argudiatu zuten oinarri sendorik gabe. Gai horri buruz hitz egiteko kualifikatuta dagoen pertsona da, dudarik gabe, Alabamako Auburneko Basabiziaren Ikerketa Unitateko doktore Maurice F. Baker, urte askotako esperientzia baitu alor horretan. Baina Baker doktorearen iritziak Nekazaritza Departamentuak aldarrikatutakoen kontrakoak dira erabat. Hau adierazten du:

«Alabama hegoaldean eta Florida ipar-mendebaldean ehiza aparta izan dezakegu, eta galeperra inportatutako su-inurri populazio ugariarekin batera bizi da... Su-inurriak ia berrogei urte daramatza Alabama hegoaldean, eta urte horietan ehiza-populazioak hazkunde iraunkorra eta nabarmena izan du. Dudarik gabe, inportatutako su-inurria basabiziarentzat arriskutsua balitz, egoera beste bat izango litzateke».

Beste kontu bat da inurrien aurka erabilitako intsektiziden ondorioz zer gerta dakioken basabiziari. Dieldrina eta heptakloroa erabili zituzten, produktu nahiko berriak biak ere. Esperientzia gutxi zegoen bi produktu horien landa-erabileraren inguruan, eta inork ez zekien zer ondorio izango zituzten hegazti, arrain edo ugaztunetan eskala handian aplikatuz gero. Jakina zen, ordea, bi pozoiak askoz ere toxikoagoak zirela DDTa baino, zeina ordura arte hamar urtez-edo erabili baitzuten eta zenbait hegazti eta arrain asko hil baitziren akreko libra bat erabilita ere. Gainera, dieldrin- eta heptakloro-dosia handiagoa zen: akreko bi libra dieldrin, kasu gehienetan, edo hiru libra dieldrin, *Naupactus leucoloma* kakalardoa ere kontrolatu behar bazen. Hegaztientzako ondorioei dagokienez, preskribaturiko heptakloro-erabilera akreko 20 libra DDTren parekoa zen, eta dieldrinarena, berriz, 120 libra DDTren parekoa!

Estatuko kontserbazio-departamentu gehienek, kontserbazio-agentzia nazionalak, ekologistek eta entomologo batzuek protesta egin zuten, eta programa atzeratzeko eskatu zioten garai hartako Nekazaritzako idazkari Ezra Bensoni; heptakloroak eta dieldrinak basaberei eta etxe-abereei nola eragiten zieten eta inurria kontrolpean

jarriko zuen kantitate minimoa zein zen zehazteko ikerketaren bat egin arte gutxienez atzeratzea nahi zuten.

Protestak ez zituzten aintzat hartu, eta programa abian jarri zuten 1958an. Lehenengo urtean, milioi bat akre tratatu zituzten. Argi zegoen ez zutela *post mortem* ikerketarik egingo naturan.

Programak aurrera jarraitu zuenez, basabiziaren arloko estatu-agentzietako eta agentzia federaletako biologoek eta hainbat unibertsitatek eginiko azterlanetatik frogak biltzen hasi ziren. Azterlanen arabera, tratatutako eremu batzuetan, basabiziaren suntsiketa erabatekoa zen. Haztegiko hegaztiak, ganadua eta etxe-abereak ere hil ziren. Nekazaritza Departamentuak kalteen froga guztiak baztertu zituen, neurriz gainekotzat eta tronpatutzat jota.

Frogek, ordea, pilatzen jarraitzen zuten. Hardin Countyn, Texasen, adibidez, zarigueiak, armadiloak eta mapatxe ugari kasik desagertu egin ziren produktu kimikoa bota ondoren. Tratamenduaren ondoko bigarren udazkenean ere, animalia horiek urri zeuden. Inguru hartan orduan aurkitu zituzten mapatxe gutxiak, gainera, produktu-hondakinak zituzten ehunetan.

Tratatutako eremuetan aurkitutako hegazti hilek su-inurriaren aurka erabilitako pozoiak xurgatu edo irentsi zituzten, eta argi frogatzen zuen hori haien ehunen analisi kimikoak (hegaztien artean, etxetxolarre batzuek baino ez zuten iraun bizirik; beste eremu batzuetan ere bazeuden immune samarrak izan zitezkeelako frogak). 1959an tratatutako Alabamako eskualde batean, hegaztien erdiak akabatu zituzten. Lurrean bizi diren edo behe-landaregian maiz ibiltzen diren espezie batzuen hilkortasun-tasa ehuneko ehun izan zen. Tratamendutik urtebetera ere, hegaztiak hilik agertzen ziren udaberrian, eta habia egiteko egokiak ziren bazter asko isilik eta hutsik zeuden. Texasen, zozo arrunt, berdantza amerikar eta *Sturnella* generoko hegazti hilak aurkitu zituzten habietan, eta habia asko hutsik zeuden. Texas, Louisiana, Alabama, Georgia eta Floridatik hegazti hilak Arrantza eta Basabiziaren Zerbitzura bidali zituztenean, analizatzeko, ehuneko laurogeita hamarrek baino gehiagok zituzten 38 ppm dieldrin-hondakin baino gehiago edo heptakloro-formaren bat.

Negua Louisianan eman eta iparraldean ugaltzen diren oilagorrek gorputzean dituzte orain su-inurriaren aurkako pozoiairen arrastoak. Argi dago kutsadura hori nondik datorren. Oilagorrek moko luzearekin

harrapatzen dituen lur-zizareak jaten ditu ugari. Louisianan bizirik iraun zuten zizare batzuek 20 ppm heptakloro baino gehiago zuten ehunetan, eremua tratatu eta handik hamar hilabetera. Urtebete geroago, 10 ppm baino gehiago zuten. Oilagorraren pozoitze subletalaren ondorioak ikusten dira orain kumeen helduekiko proportzioan; gero eta kume gutxiago daude helduen aldean. Su-inurriaren aurkako tratamenduak hasi ziren garaian sumatu zuten beherakada hori lehenengoz.

Hegoaldeko ehiztariak gehien atsekabetzen dituen berrietako bat kolinari dagokiona da. Lurrean habia egin eta lurrean bazkatzen den hegazti hori ia erabat desagertu zen tratatutako eremuetan. Alabaman, adibidez, Alabamako Basabiziaren Ikerketa Unitate Kooperatiboko biologoek galeper-populazioaren aurretiazko errolda bat gidatu zuten, tratatzeko programatu zuten 3.600 akreko eremu batean. Hamahiru familia egoiliar (121 galeper) zebilen eremuan. Tratamendutik bi astera, galeper hilak baino ez zituzten aurkitu. Analizatzeke Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzura igorritako espeziimen guztiek heriotza eragiteko beste intsektizida zutela aurkitu zuten. Alabamako aurkikuntzak bikoiztu egin ziren Texasen; heptakloroarekin tratatutako 2.500 akreko eremu batean, galeper guztiak desagertu ziren. Galeperrarekin batera, txori kantarien ehuneko laurogeita hamar galdu ziren. Analisisiek, berriro ere, agerian utzi zuten heptakloroa zegoela hegazti hilen ehunetan.

Galeperrez gain, basaindiolarrak larri urritu ziren su-inurriaren aurkako programaren ondorioz. Heptakloroa aplikatu aurretik, Alabaman, Wilcox Countyko eremu batean, laurogei indioilar zenbatu zituzten, baina, tratamenduaren ondorengo udan ez zegoen arrautza huts batzuk eta indioilarkume hil bat besterik. Basaindiolarren patu bera izango zuten haien etxeko ahaideek, produktu kimikoekin tratatutako eremuko etxaldeetako indioilarrek ere kume gutxi izan baitzituzten. Txitatutako arrautza gutxi, eta ia kumerik ez bizirik. Tratatu gabeko ondoko eremuetan, ez zen horrelakorik gertatu.

Indioilarrak ez ziren izan patu hori sufritu zuten bakarrak, ezta gutxiago ere. Eskualdeko basabiziaren biologo ezagunenetako eta errespetatuenetako batek, Clarence Cottam doktoreak, tratatutako lurren jabe batzuk bisitatu zituen. Lurraldea tratatu eta gero «zuhaitz-txori txiki guztiak» desagertu zirela azpimarratzeaz gain, ganadu, haztegiko hegazti eta etxe-abereen galerak salatu zituzten gehienek. Haietako bat «haserre bizian zegoen kontrol-langileekin», adierazi

zuen Cottam doktoreak. «Esan zuenez, pozoiak akabatu zizkion behien hemeretzi hezurdura lurperatu edo bistatik kendu zituen, eta bazekien beste hiru edo lau behi gehiago akabatu zituela tratamendu berak. Jaio zirenetik esnea baino hartu ez zuten txekor batzuk ere hil ziren».

Cottam doktoreak elkarrizketatutako jendea kezkatuta zegoen, lurrak tratatu ondorengo hilabeteetan zer gertatu zen ikusita. Emakume batek kontatu zionez, hainbat oilo zituen inguruko lurra pozoiarekin estali zutenean, eta, ulertzen ez zituen arrazoiengatik, oso txita gutxi atera ziren arrautzetatik edo oso gutxik iraun zuten bizirik». Beste nekazari baten arabera, txerriak hazten zituen, baina, pozoia isuri ondorengo bederatzi hilabeteeta, ezin izan zuen txerrikumerik hazi. Txerrikumeak hilik jaiotzen ziren, edo jaio ondoren hiltzen ziren.

Antzeko informazioa jaso zuen beste batengandik; hogeita hamazazpi umalditatik, 250 txerrikume lortzea espero zuen, baita hogeita hamarrek baino ez zuten bizirik iraun. Lurra pozoitu zutenetik, gizon horrek ezin izan zituen oilaskoak ere hazi.

Nekazaritza Departamentuak behin eta berriz ukatu zituen su-inurriaren programarekin lotutako galera horiek. Dena den, Bainbridgeko albaitari batek (Georgia), Otis L. Poitevint doktoreak, kaltetutako animalietako asko tratatzeko deitu zutenak, honela laburbildu zituen heriotzak intsektizidari egozteko arrazoiak: Su-inurriarentzako pozoia aplikatu eta bi astera hasi eta zenbait hilabetera bukatu zen denboratartean, nerbio-sistemako gaitz askotan hilgarri bat jasaten hasi ziren behiak, ahuntzak, zaldiak, oiloak eta hegaztiak eta beste basanimalia batzuk. Kutsatutako bazka edo uretarako sarbidea zuten animaliei baino ez zien eragin. Ukuiluko animaliak ez zien gaixotu. Su-inurriaren aurka tratatutako eremuetan soilik gertatu zen hori. Gaitza aztertzeo laborategiko probak negatiboak izan ziren. Poitevint doktoreak eta beste albaitari batzuek behatutako sintomen antzekoak agertzen ziren dieldrin- edo heptakloro-pozoitzei buruzko testu fidagarrietan.

Heptakloroaren pozoitze-sintomak zituen bi hilabeteko txekor baten kasua ere deskribatu zuen Poitevint doktoreak. Laborategiko proba sakonak egin zizkieten animaliaari. Haren gantzean 79 ppm heptakloro aurkitzea izan zen datu adierazgarri bakarra. Baina ordurako bost hilabete igaroak ziren pozoia aplikatu zutenetik. Zuzenean bazkatik edo zeharka amaren esnetik edo jaio aurretik hartu ote zuen pozoia txekorrak?

Galdera hau egin zuen Poitevint doktoreak: amaren esnetik jaso bazuen, zergatik ez zituzten neurri bereziak hartu tokiko esnetegietako esnea hartzen zuten haurrak babesteko?

Esnearen kutsaduraren inguruko arazo esanguratsu bat planteatu zuen Pointevint doktorearen txostenak. Su-inurriaren programan sartutako eremua soro eta labore-lurrek osatzen dute, nagusiki. Zer gertatzen da soro horietan bazkatzen den esne-behiarekin? Tratututako soroetan, belarrak heptakloro-hondakinak izango ditu, ezinbestean, formaren batean edo bestean, eta, behiek hondakinak jaten badituzte, pozoia esnean agertuko da. Esnetara zuzenean transmititze hori esperimentalki egiaztatu zuten heptakloroaren kasuan, 1955ean, kontrol-programari ekin baino askoz lehenago. Dieldrinaren kasuan ere frogatu zuten geroago.

Bazka-landareak esnetarako edo haragitarako animaliek jateko ezegoki bihurtzen dituzten produktu kimikoen artean sailkatzen dituzte orain heptakloroa eta dieldrina Nekazaritza Departamentuaren urteko argitalpenek; Departamentuko kontrol-sailekoek, ordea, hegoaldeko larre-eremu garrantzitsuetan heptakloroa eta dieldrina hedatzeko programak sustatzen dituzte. Nork bermatzen du esneak dieldrin- edo heptakloro-hondakinak ez izatea, kontsumitzaileak babesteko? Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuak, dudarik gabe, erantzungo luke nekazariei aholkua eman diela esne-behiak 30-90 egunez ez ditzaten sar tratututako larreetan. Etxalde asko txikiak direnez, eta programa eskala handikoa denez —produktu asko hegazkinez aplikatzen dira—, zalantzazkoa da oso gomendio hori beteko zuten edo bete ahal izango zuten. Aipatutako epealdia bera ere ez da egokia, hondakinen iraunkortasuna ikusita.

Esnetako pestizida-hondakinekin kezkatuta egon arren, Elikagaien eta Drogen Administrazioak agente txikia du egoera horretan. Su-inurriaren aurkako programan sartutako estatu gehienetan, esnearen industria txikia da, eta hango produktuak ez dira ateratzen estatuaren mugetatik. Programa federal batek arriskuan jarritako esne-horniduraren babesa estatuaren beraren esku uzten da, beraz. Alabama, Louisiana eta Texaseko osasun-sailetako funtzionarioei edo beste funtzionario egoki batzuei 1959an egindako itaunketek erakutsi zuten azterketarik ez zutela egin, eta argi eta garbi ez zekitela esnea pestizidekin kutsatua zegoen ala ez.

Bitartean, kontrol-programa abian jarri baino lehentxeago, heptakloroaren izaera bereziari buruzko ikerketa batzuk egin zituzten. Beharbada, zehatzagoa litzateke esatea jada argitaratutako ikerketak arakatu zituela norbaitek; izan ere, gobernu federalak ekintza atzeratzea ekarri zuen funtsezko aurkikuntza lehenagokoa zen, eta, seguru asko, eragina izango zuen programa abian jartzeko unean. Aurkikuntza horren arabera, heptakloroak, animalien edo landareen ehunetan edo lurzoruan denboralditxo bat egin ondoren, forma nabarmen toxikoago bat hartzen du, eta heptakloro epoxido esaten zaio. Eguratsak eragindako «oxidazio-produktu» gisara definitzen da hizkera arruntan. Bazekiten, 1952az geroztik, eraldaketa hori gerta zitekeela, Elikagaien eta Drogen Administrazioak aurkitu baitzuten 30 ppm heptaklororekin elikatutako arratoi emeek 165 ppm epoxido arriskutsuago metatu zutela handik bi astera.

1959an izan zuten aukera datu horiek literatura biologikoaren ilunpetatik ateratzeko, Elikagaien eta Drogen Administrazioak debekatu egin baitzuen elikagaietan heptakloroaren edo haren epoxidoaren hondakinik izatea. Arau horrek, gutxienez, behin-behineko murrizketa jarri zion programari; Nekazaritza Departamentuak su-inurria kontrolatzeko urteko bere esleipenatarako presioa egiten jarraitzen zuen arren, tokiko nekazaritza-agentek gero eta uzkurrago agertzen ziren nekazariei produktu kimikoak erabiltzeko gomendioa egiteko garaian, bai baitzekiten gerta zitekeela produktu horien erabilerak legez merkaturatzeko moduan ez uztea uztak.

Laburbilduta, Nekazaritza Departamentua bere programan sartua zegoen, erabilitako produktuez jada ezagutzen zenari buruz oinarritzko ikerketarik ere egin gabe (ikertu baldin bazuen, ez zien kasurik egin aurkikuntzei). Helburua betetzeko behar zen gutxieneko produktu kantitatea zehazteko oinarritzko ikerketarik ere ez zuen egingo. Dosi handiak erabiltzen hiru urte pasatu eta gero, 1959an, bat-batean, akreko 2 libratik 1,5 liblara gutxitu zuen heptakloroaren erabiltze-ratioa. Handik gutxira, akreko libra-erdi bat aplikatu zuen bi tratamendutan, libra-laurden tratamendu bakoitzeko, aplikazio-aldi batetik bestera hiru-sei hilabete utzita. Departamentuko funtzionario batek azaldu zuenez, «programa hobetzeko metodo oldarkorrak» agerian jarri zuen eraginkorra izateko gutxieneko ratioa. Informazio hori programa abian jarri aurretik eskuratu izan balute, kalteetako

asko saihestu ahal izango ziren, eta zergadunek dirutza aurreztuko zuten.

1959an, programarekiko nahigabe gero eta handiagoaren ordainetan, agian, Nekazaritza Departamentuak doan eskaini zien produktua gobernu federala, estatukoa eta tokikoa kalteen erantzukizunetik kanpo uzteko deskargua sinatzen zuten Texaseko lur-jabeei. Urte berean, Alabamako estatuak, produktu kimikoek eragindako kalteekin kezkatuta eta haserre, uko egin zion proiekturako diru-baliabide gehiago esleitzeari. Hango funtzionarioetako batek honela deskribatu zuen programa osoa:

«gaizki aholkatua, presaka bururatua, txarto planifikatua eta beste agentzia publiko edo pribatuen erantzukizunarekiko batere begirunerik ezaren adibide nabarmena».

Estatu-baliabiderik ez izan arren, diru federalak Alabamara pixkanaka iristen jarraitzen zuen, eta, 1961ean, legebiltzarra diru pixka bat esleitzeko konbentzitu zuten berriro. Bitartean, Louisianako nekazariak proiektua sinatzeko gero eta uzkurrago ageri ziren begibistakoa baitzen su-inurriaren aurkako produktuak ugaritu egiten zituela azukre-kanabera suntsitzen duten intsektuak. Gainera, argi zegoen programa ez zela ezer lortzen ari. Egoera etsigarri hori egoki laburtu zuen, 1962ko udaberrian, Louisianako Estatu Unibertsitateko Nekazaritza Esperimentuen Estazioko entomologia-ikerketaren zuzendari L.D. Newsom doktoreak:

«Inportatutako su-inurria ezabatzeko programa, estatu-agentziek eta agentzia federaletan bideratua, hutsegite bat da oraino. Louisianan akre gehiago daude kutsatuta orain programa hasi zenean baino».

Metodo osasuntsuago eta zuhurragoetarantz abiatu gara, dirudienez. «Floridan su-inurri gehiago dago orain programa hasi zenean baino» adierazita, Floridak iragarri zuen eskala handiko edozein programa alde batera utzi eta tokiko kontrolean jarri behar zuela arreta.

Tokiko kontrol-metodo eraginkorrak eta merkeak aspalditik ezagutzen dira. Su-inurriaren pilak eraikitzeak ohitura horrek banakako tratamendu kimikoa errazten du. Akreko dolar bat inguru kostatzen dira horrelako tratamenduak. Pilak ugari eta metodo mekanizatuak komenigarri diren tokietarako, lehendabizi pila berdindu eta gero

produktua pila zuzenean aplikatzen duen kultibadore bat garatu du Mississippiko Nekazaritza Esperimentuen Estazioak. Metodo horrek ehuneko 90-95eko eraginkortasuna du inurrien kontrolari dagokionez. Akreko 0,23 dolarreko kostua du. Nekazaritza Departamentuaren masa-programa, berriz, akreko 3,50 dolar kostatzen da: programa guztietan garestiena, kaltegarriena eta eraginkortasun txikienekoa da.

11. kapitulua

Borgiarren ametsen bestaldean

Gure munduaren kutsadura ez da handizkako ihinztatze-arazo bat bakarrik. Gutako gehienontzat, egia esan, garrantzi txikiagoa du egunez egun, urtez urte, jasan behar ditugun eskala txikiko hamaika esposizio baina. Harkaitz gogorrena higitzen duen tanta-jario etengabea bezala, produktu kimiko arriskutsuekiko jaiotzetik heriotzarainoko harreman hori zorigaiztokoa izan liteke. Esposizio sarri horietako bakoitzak, berdin arina bada ere, laguntzen du produktu kimikoak gure gorputzean etengabe meta daitezen, bai eta pozoitzea gerta dadin ere. Ziur asko, ez da egongo kutsadura-hedatze horren aurrean immune den pertsonarik, imajina daitekeen egoerarik isolatuenean bizi ez baldin bada bederen. Saltzeko erabilitako konbentzitze-bide burutsuek eta ezkutuko limurtzaileek lo harrarazita, herritar arrunta gutxitan ohartzen da inguruko gai hilgarriez; are gehiago, erabiltzen dituenik ere ez da jabetzen.

Pozoien aroa asko hedatu da, eta, orain, edonor sar daiteke dendara, eta, inork ezer galdetu gabe, substantzia hilgarriak eros ditzake, ondoko botikan errezeta berezi zigilatu baten bidez baino erosi ezingo lituzkeen sendagaiak baino hilgarriagoak. Edozein supermerkatu minutu batzuetan arakatuta, kontsumitzaile ausartena ere ikaratzen da, baldin eta aukeran dituen produktu kimikoen oinarritzko ezaguer a badu.

Garezurra eta bi hezur gurutzatu dituen irudi handi bat balego intsektiziden sailean zintzilikaturik, material hilgarriek eragin ohi duten errespetuarekin sartuko litzateke sail horretan kontsumitzailea. Baina, horren orde, modu atsegin eta alaiaren erakusten dituzte, jakina, eta ozpinetakoak eta olibak alboko korridorean eta bainu-xaboiak eta garbigarriak aldamenen dituztela jartzen dira intsektizida-errenkadak. Haur batek erraz eskuratzeko moduan daude produktuak kristalezko

ontzietan. Haur batek edo heldu axolagabe batek ontzi bat lurrera botatzen badu, hurbil dagoen edonor zipriztindu dezake ihintzatzen ibilitakoei konbultsioak eragin dizkien produktu horrekin berarekin. Arrisku horiek, noski, etxeraino eramaten ditu erosleak. DDDa duen sitsaren aurkako produktu baten ihintzatze-lata batek, adibidez, oso letra txikiz azaltzen du edukia presiopean duela eta lehertu egin daitekeela berotan edo sugarretan edukiz gero. Etxean erabiltzeko intsektizida arrunt bat, sukaldean hainbat erabilera dituen, klordanoa da. Alabaina, Elikagaien eta Drogen Administrazioako Farmakologiako buruak adierazi du klordanoarekin ihintzatutako etxe batean bizitzea arriskutsua dela. Etxeko beste prestakin batzuek osagai are toxikoago bat dute: dieldrina.

Sukaldean pozoiak erabiltzea, erakargarria ez ezik, erraza ere bilakatu da. Sukaldeko apaleko papera, zuria edo norberaren gustura tindatua, intsektizidaren batekin inpregnatuta egoten da batzuetan, bi aldeetatik gainera. Zomorroak nola akabatu azaltzen duten liburuxkak eskaintzen dizkigute fabrikatzaileek. Botoi bat sakatzea bezain erraza da dieldrin-laino bat bidaltzea armairu, zoko eta zokaloetako azken bazterretaraino.

Eltxo, kapar edo beste intsektu-izurriteren batek gogaitzen bagaitu, lozio, krema eta sprayen aukera zabala dugu arropetan edo larruazalean emateko. Badakigu produktu horietako batzuek berniza, pintura eta ehun sintetikoak disolba ditzaketela, baina, hala ere, gizakiaren larruazalarentzat kaltegabeak direla ondorioztatuko dugu, beharbada. Intsektuak aldaratzeko beti prest egongo garela ziurtatzeko, New Yorkeko denda eskusibo batek patrikako intsektizidatifikatzaile bat iragartzen du, hondartzara, golfera edo arrantzara goazenean eramateko egokia.

Etxeko zoruei distira atera diezaiekegu han ibiliko den edozein intsektu akabatuko duela ziurtatzen duen argizari batez. Gure armairu eta arropa-poltsetan edo bulegoko tiraderetan, lindanorekin inpregnatutako xingolak jar ditzakegu, sitsaren kalteen kezka urterdiz uxatzeko. Publizitateak ez du ohartarazten lindanoa arriskutsua dela. Ez eta lindano-gasak igortzen dituen aparailu elektronikoen baten iragarkiek ere (segurua eta usaingabea dela esaten digute). Dena den, Amerikako Medikuek Elkarteak arriskutsutzat jotzen ditu lindano-lainoztagailuak, eta haien aurkako kanpaina zabal bat bideratu du bere *Journal* aldizkarian.

Nekazaritza Departamentuak, *Home and Garden Bulletin* aldizkarian, aholkatzen du DDTa, dieldrina, klordanoa edo beste sits-hiltzaile ugarietakoren bat duen olio-disoluzio batekin gure arropak ihintzatzeko. Gehiegizko ihintzadurak arropan hauts zuria uzten badu, eskuilaz ken daiteke, Departamentuaren arabera, baina ez du ohartarazten non eta nola kendu behar den eskuilaz. Horiek guztiak aldi berean gertatuz gero, eguna intsektizidaz inguratuta eman dezakegu, eta sitsaren aurka dieldrinaz inpregnatutako mantapean lo egin.

Lorezaintzak, gaur egun, harreman handia du superpozoiekin. Burdindegia, lorezaintza-denda eta supermerkatu guztiek intsektizidalarak dituzte baratzezaintzari dagokion edozein egoeratarako. Spray eta hauts hilgarri mordo horiek hedatuki erabiltzen ez dituztenek arduragabe jotzen dute, zeharka, ia egunkari guztietako lorezaintza-orrialdeetan eta gai horri buruzko magazinetan ziurtzat hartzen baitute erabiltzen direla.

Berehalako heriotza eragiten duten fosfato organikozko intsektizidak berak ere hain hedatuki erabiltzen dira soropiletan eta landare apaingarrietan, ezen Floridako Osasunaren Estatu Bulegoak, 1960an, beharrezko ikusi baitzuen bizitegi-eremuetan pestiziden erabilera komertziala debekatzea aurrez baimena eskuratu eta baldintza batzuk betetzen ez zituen edonori. Parathionak eragindako hainbat heriotza gertatu zen Floridan arau hori ezarri aurretik.

Ezer gutxi egin da, ordea, lorazainei edo etxejabeei ohartarazteko erabiltzen ari diren hori material biziki arriskutsua dela. Tresna berrien jariora etengabekoa da, ordea, eta errazagoa da soropiletan eta lorategietan pozoiak erabiltzea. Hala, lorazainek kontaktu handiagoa dute haiekin. Ureztatzeko tutu malgurako ontzi moduko osagarri bat eskuratu daiteke, adibidez, eta, haren bidez, klordanoa, dieldrina edo beste produktu batzuk (haiek bezain arriskutsuak) aplikatu soropila ureztatu ahala. Horrelako tresnak arriskutsuak dira, baina ez tutu malgua erabiltzen duen pertsonarentzat soilik, baita gainerakoentzat ere; arrisku publikoa eragiten dute. *New York Times* egunkariari beharrezko iruditu zitzaion oharpen bat kaleratzea lorezaintzari buruzko orrialdean, esanez babes-tresna bereziak jarri behar zirela pozoiak ur-hornidurara sar ez zitezen sifoiari atzera eginez. Erabiltzen diren mota horretako tresnen kopurua eta oharpenen urritasuna kontuan hartuta, galdetu beharrik ba ote dugu ur publikoak zergatik dauden kutsatuta?

Lorezainei gerta dakiekeenaren adibide gisara, bere zuhaixka eta soropiletan DDTa eta malathiona astean behin aplikatzen hasi zen mediku lorezale porrokatuaren kasuari begira diezaiokegu. Batzuetan, esku-spray batez aplikatzen zituen produktuak; beste batzuetan, mahukarako osagarri batez. Hori egitean, haren larruazala eta jantziak sprayarekin bustitzen ziren maiz. Horrelakoak eginez urtebete inguru pasatu eta gero, kolapso bat izan zuen eta ospitaleratu egin zuten. Gantz-lagin baten biopsiak erakutsi zuen 23 ppm DDT zituela metatuak. Haren medikuek iraunkortzat jo zituzten nerbio-kalte ugari ere bazituen. Denbora pasatu ahala, argaldu egin zen, eta akidura handia eta ahulezia muskular bitxia (malathionaren ondorio bereizgarria) jasan zituen. Ondorio iraunkor larriak zituen, medikuntzan aritzea eragozteko bezain larriak.

Lehen kaltegabea zen mahukari ez ezik, sega-makinei ere gehigarriak egokitu dizkiete, pestizidak barreiatzeko; etxejabeek belarra mozten duten bitartean, bapore-hodei bat banatzen dute gehigarri horiek. Hala, arriskutsua izan daitekeen gasolina-keaz gain, hiri inguruko biztanle sineskorrek aukeratutako edozein intsektizidaren partikulak zabaltzen dira, eta etxejabe horien lurren gaineko airearen poluzio-maila igo egiten da, hiri gutxik duten poluzio-mailaren pareraino igo ere.

Hala eta guztiz ere, ezer gutxi esaten digute pozoi bidezko lorezaintzaren modak edo etxean erabiltzen diren intsektizidek dituzten arriskuei buruz; etiketetako oharpenak hain letra txikiaz idatzita daude, ezen inor gutxik hartzen baitu haiek irakurtzeko edo betetzeko ardura. Enpresa industrial batek aztertu zuen, berriki, gutxi horiek zenbat ziren. Haren ikerketak adierazten zuen intsektizida-aerosolak edo -sprayak erabiltzen dituztenen ehunetik hamabost baino gutxiago ozta-ozta ohartzen direla ontzietako abisuez.

Hiri inguruetakoz gizalegeak erabaki du, belar gaiztoek desagertu egin behar dutela nola edo hala. Belardiak landare gaitzetsi horietatik libratzeko diseinaturiko produktu kimikoen zakuak estatusaren sinbolo bilakatu dira ia. Haien izaera edo osagaiak inoiz aditzera ematen ez dituzten marken pean saltzen dira belar-hiltzaile horiek. Klordanoa edo dieldrina dutela jakiteko, zakuan gutxien ikusten den tokian letra txikiegiz idatzitakoa irakurri behar da. Edozein burdindegitan edo lorezaintza-dendatan eskuratu dezakegun literatura deskriptiboak

gutxitan ematen ditu ezagutzera —noizbait ematen baditu— materiala manipulatzeko edo aplikatzeko dituen benetako arriskuak. Horren ordez, ohiko ilustrazioak familia zoriontsu bat erakusten du: aita eta semea irribarretsu, produktua belardian aplikatzeko prest, edo haur txikia belarretara erortzen zakur batekin.

Jaten ditugun elikagaietako hondakin kimikoen afera sutsu eztabaidatutako gaia da. Hondakin horien existentzia hutsaltzat jotzen du industriak, edo zeharo ukatzen du. Aldi berean, pozoirik gabeko elikagaiak eskatzeko bezain setatia den edonor fanatikotzat edo handinahitzat hartzeko joera handia dago. Eztabaida horren guztiaren erdian, zer gertatzen da benetan?

Medikuntzak finkatu duenez, eta sen onak erakutsi bezala, DDTaren aroa iritsi baino lehen (1942 inguruan) jaio eta hildako pertsonak ez zuten DDTaren edo antzeko materialen arrastorik ehunetan. Hirugarren kapituluari aipatu bezala, 1954tik 1956ra populazio orokorretik bildutako gorputzeko gantz-laginetan, 5,3-7,4 ppm DDT zegoen, batez beste. Hainbat ebidentziak erakusten dute harrezkerotik batezbesteko hori etengabe hazi dela, eta lanbideagatik edo beste arrazoren bategatik esposizio berezia jasan dutenek are gehiago metatzen dutela.

Guk dakigula intsektizidaren eraginpean bereziki egon ez den jendeari dagokionez, pentsatzekoa da gantzetan metatutako DDT horren kantitate handiena janariaren bidez sartu zaiela gorputzean. Uste hori frogatzeko, Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoko zientzialari talde batek jatetxe eta instituzioetako otorduen laginketa egin zuen. *Otordu-lagin orok DDTa zuen. Azterketa horretatik, ikertzaileek ondorioztatu zuten —nahiko arrazoi zuten horretarako— «batere DDTrik ez duten jaki oso gutxi daudela, bakarren bat baldin badago».*

Horrelako otorduetako kantitateak itzelak izan litezke. Osasun Zerbitzu Publikoaren beste azterlan batean, presondegietak otorduak aztertu zituzten, eta analisisiek agerian jarri zuten fruitu lehorrek 69,6 ppm eta ogiak 100,9 ppm DDT zutela.

Etxeko dieta arruntean, okelak eta animalia-koipeetatik zetozen produktu batzuek zuten hidrokarbuo kloratuen hondakin gehien. Produktu horiek gantzean disolbagarri direlako gertatzen da hori.

Frutak eta barazkiek hondakin gutxixeago izan ohi dute. Garbitzeak ez ditu desagerrarazten; irtenbide bakarra da letxuga, aza edo antzeko begetalen kanpoko hosto guztiak kendu edo baztertzea, fruta zuritzea eta azala edo kanpoko beste edozein alde ez erabiltzea. Egosteak edo beste modu batean prestatzeak ez ditu hondakinak deuseztatzen.

Elikagaigutxibatuetan, Elikagaien eta Drogen Administrazioaren araudiak ez du onartzen pestizida-hondakinik; esnea da horietako bat. Kontua da, ordea, analizatzen den bakoitzean hondakinak agertzen direla. Proportzio handiagoan daude gurinean eta manufakturatutako esnekietan. Horrelako produktuen 461 laginekin 1960an eginiko azterketak erakutsi zuen herenek hondakinak zituztela, eta Elikagaien eta Drogen Administrazioak etsigarritzat jo zuen egoera.

DDTriki eta harekin loturiko produktu kimikorik gabeko dieta aurkitzeko, lurralde urrun eta primitibo batera, zibilizazioaren erosotasunetatik at, joan behar da, antza. Dirudienek, badago horrelako lurralde bat, bazterrekoa, bederen, Alaskako Artikoko kostaldean; baina hara ere hurbiltzen ari da zibilizazioaren itzala. Zientzialariek eskimalen jatorrizko dieta aztertu zutenean, ikusi zuten ez zutela intsektizidarik. Arrain freskoak eta lehorrak; kastore, beluga, karibu, orein-altze, oogruk, hartz zuri eta mortsen gantzak, olioak eta okelak; ahabiak, *Rubus spectabilis* mugurdiak eta basarabarbak; guztiek egin zioten ihes kutsadurari. Salbuespen bakarra zegoen: Poit Hopeko bi hontz zurik DDT kantitate txikiak zituzten, migrazio-bidaia bategan bereganatuak agian.

Eskimaletako batzuei ere egin zieten azterketa, gantzetako lagin batzuk analizatuz, eta DDT kantitate txikiak aurkitu zituzten (0-1,9 ppm). Horren arrazoia argi zegoen. Jatorrizko herrixka utzi eta Estatu Batuetako Osasun Publikoaren Zerbitzuko Ospitalera, Anchoragera, eramane zuten jendeari hartu zioten lagina. Han, zibilizazioaren prozedurak nagusi ziren, eta ospitaleko otorduek hiri populatuenetakoek beste DDT zuten. Zibilizazioan eman zuten denbora laburrerengatik, pozoiorban bat jaso zuten sari gisara.

Ahoratzen dugun otordu bakoitzak hidrokarbuo kloratu zama bat du; nekazaritzako uztak pozoioriekin ihintzatzeko edo hautsezatzeko ohitura ia unibertsalaren ezinbesteko ondorioa da hori. Nekazariak etiketan datozen jarraibideei zehatz-mehatz jarraitzen badiete, produktu horien erabilerak ez du sortuko Elikagaien eta

Drogen Administrazioak baimendutako kantitatetik gorako hondakin kantitaterik. Oraingo, alde batera utziko dugu legez baimendutako hondakin horiek dioten bezain seguruak ote diren, baina beste kontu aski ezagun bat dago hor: nekazariek, oso maiz, gainditu egiten dituzte preskribaturiko dosiak, uzta-erabiltzen dituzte eta hainbat intsektizida erabiltzen dituzte bakar- nahikoa den-; alegia, letra txikia ez irakurtzeko hutsegite orokortu hori bera egiten dute.

Industria kimikoak berak ere onartzen du intsektizidak neurrigabe baliatzen direla eta beharrezkoa dela nekazariak heztea. Haren merkataritza-argitalpen nagusietako batek hau adierazten zuen duela gutxi:

«Erabiltzaile askok, antza, ez dute ulertzen intsektizida-tolerantziak gainditu ditzaketela gomendatutako dosiak gaindituz gero. Baliteke uzta askotan nekazarien nahieran oinarrituta egotea intsektiziden nolanahiko erabilera».

Elikagaien eta Drogen Administrazioaren artxiboetan, horrelako arau-urratze ugari dago jasota. Adibide gutxi batzuk baliagarri izango dira jarraibideei jaramonik egiten ez dioten kasu horiek ilustratzeko: uzta jaso baino lehentxeago letxugei zortzi intsektizida aplikatzen zizkien nekazaria, apioan gomendatutako kantitate maximoa baino bost aldiz parathion hilgarri gehiago erabili zuena, hondakinik izatea baimenduta ez egon arren letxugetan endrina —hidrokarburo kloratuetatik toxikoena— erabiltzen zuen nekazaria, bildu baino astebete lehenago DDTarekin ihintzatutako espinakak.

Badaude ustekabeko edo halabeharrezko kutsatze-kasuak ere. Arpillerazko zakuetan sartuta zeuden kafe berde lote ugari kutsatu ziren garraioan, intsektizida-kargamentu bat zeramaten ontzietan garraiatu zituztelako. Paketatutako janari-ek, biltegietan, DDTaren, lindanoaren eta beste intsektizida batzuen tratamenduak jasaten dituzte sarri. Intsektizidek, gainera, produktu horiek paketatzeko erabilitako materiala zeharkatu dezakete, eta hango janarietan agertu kantitate hautemangarrietan. Janariak zenbat eta denbora gehiago eman biltegian, orduan eta handiagoa da kutsatzeko arriskua.

«Baina gobernuak ez al gaitu horrelako gauzetatik babesten?» galdera sortzen da, eta erantzun haxe dagokio: «modu mugatu batean baino ez». Elikagaien eta Drogen Administrazioaren jarduerak, kontsumitzaileak pestizidetatik babestearen alorrari dagokionez, bi

arazok mugatzen dute larriki. Alde batetik, estatu arteko merkataritzan bidalitako janarien gainean baino ez du eskumenik; estatu barruan hazi eta merkaturatutako janariak haren aginte-eremutik kanpo daude erabat, arau-haustea edozein delarik ere. Bestetik, oso ikuskatzaile gutxi ditu —600 baino gutxiago— dagozkion zeregin guztietarako, eta asko mugatzen du horrek haren lana. Elikagaien eta Drogen Administrazioako funtzionario baten arabera, estatu arteko merkataritzan mugitzen diren uzta-produktuen zati infinitesimal bat (ehuneko bat baino askoz gutxiago) soilik azter daiteke dauden baliabideekin, eta hori ez da nahikoa esangura estatistikoa izateko. Estatu barruan produzitu eta saldutako janariari dagokionez, egoera are okerragoa da; izan ere, estatu gehienek, tamalez, lege desegokiak dituzte alor horretan.

Gehienezko kutsadura-mugak —«tolerantzia» izenekoak— ezartzeko Elikagaien eta Drogen Administrazioak duen sistemak akats nabariak ditu. Egungo egoeran, segurtasun-itxura baino ez du ematen, eta segurtasun-mugak ezarri direlako eta haiei jarraitzen zaielako uste erabat arrazoirik gabea sustatzen du. Gure janarietan pozoik kantitate txikiak —zertxobait hemen, zertxobait han— baimentzearen segurtasunari buruz, jende askok defendatzen du, oso argudio sendoeekin, janariari dagokionez ez dagoela pozoik segururik edo egokirik. Tolerantzia-maila ezartzeko, laborategiko animalietan pozoiekin eginiko testak berraztertzen ditu Elikagaien eta Drogen Administrazioak, eta, orduan, gehienezko kutsatze-maila finkatzen du, animalia-testetan sintomak eragiteko behar den maila baino askoz txikiagoa betiere. Sistemak, ustez, segurtasuna bermatzen du, baina gertakari garrantzitsu ugari bazter uzten ditu. Kondizio kontrolatu eta oso artifizialen pean eta berariazko produktu kimiko baten kantitate jakinak kontsumituz bizi diren laborategiko animaliak oso desberdinak dira, gizakien aldean. Gizakiek pestizidekin duten kontaktua askotarikoa da, ezezaguna, neurtezina eta kontrolaezina gehienetan. Bazkaritako entsaladako letxugan 7 ppm DDT «arriskurik gabekoak» badira ere, otorduan badira beste elikagai batzuk ere, eta bakoitzak bere hondakin kantitate onargarria du. Gainera, jakietan dauden pestizidak, ikusi dugun bezala, zati bat baino ez dira; ziurrenik, zati txiki bat, guztizko esposizioarekin alderatuta. Iturri askotatik datozen produktu kimiko horien metatzeak esposizio total neurtezina osatzen du. Zentzugabea da, beraz, edozein hondakin kantitate zehatzen «segurtasunaz» hitz egitea.

Eta beste akats batzuk ere badaude. Elikagaien eta Drogen Administrazioako zientzialarien zuhertasuna aintzat hartu gabe ezarri izan dira tolerantzia-mailak batzuetan, (208. or. eta hurrengoetan aipatzen den kasuan bezala) edo dagokion produktuari buruzko ezagutza desegokian oinarrituta. Tolerantzia-maila txikitzea edo erretiratzea ekarri du informazio hobeak izateak, baina jendea hilabete edo urte askoan maila benetan arriskutsuen eraginpean izan ondoren. Hala gertatu zen heptakloroarekin; tolerantzia-maila bat ezarri zioten, eta, gero, ezeztatu egin behar izan zuten. Hainbat produktu kimikoren kasuan, ez dago analizatzeko landa-metodo praktikorik produktua erabiltzeko erregistratu aurretik. Ikuskatzaileak zapuzturik dabilta, beraz, hondakinei buruzko ikerketekin. Zailtasun horrek nahikoa oztopatu zuen «ahabiaren gai kimikoari», aminotriazolari, buruzko lana. Era berean, metodo analitikoak falta dira haziak tratatzeko ohiko fungizida batzuentzat; ereiteko sasoiaren amaieran erabiltzen ez badira, aski erraz aurkitu dezakete giza elikagaietarako bidea.

Horrela, bada, tolerantzia-mailak ezarrita, gai kimiko pozoi-tsuekin elikagaiak kutsatzeko baimena ematen da, nekazariak eta prozesadoreak produkzio merkeagoari onura atera diezaiekete, eta, horrenbestez, kontsumitzailea zigortzen da dosi hilgarria hartuko ez duela ziurtatuko duen ikuskatze-agentzia mantentzeko zergak ezarritz. Baina, nekazaritzan egun erabiltzen diren gai kimikoen bolumena eta toxikotasuna aintzat hartuta, ikuskatze-lana egoki betetzeak dirukostu handia du, edozein legelari esleitzera ausartuko litzatekeen baino handiagoa. Azken batean, zorigaitzoko kontsumitzaileak zergak ordaintzen ditu, baina, hala ere, pozoiak jasotzen ditu.

Zein da irtenbidea? Hidrokarburo kloratuetan, fosforo organikoen taldean eta beste gai kimiko oso toxiko batzuetan, tolerantzia-mailak kentzeak du lehentasuna. Eragozpenak jarriko dituzte berehala, horrek nekazariei zama eramangaitza ezarriko diela argudiatuz. Baina, orain espero izatekoa den helburu gisa, posible baldin bada askotariko fruta eta begetaletan gai kimikoak behar bezala erabili, eta 7 ppm hondakin (DDTaren tolerantzia-maila), edo 1 ppm hondakin (parathionaren tolerantzia-maila), edo, are gutxiago, 0,1 ppm hondakin (dieldrinaren kasuan ezarrita dagoen eskakizuna) uztea, zergatik ez da posible ardura gehixeago hartu eta batere hondakinik ez uztea? Horixe eskatzen zaie, berez, heptakloroari, endrinari, dieldrinari edo antzeko beste gai kimiko

batzuei, zenbait uztatan. Adibide horien kasuan bideragarria bada, zergatik ez guztietan?

Baina hori ez da konponbide osoa edo azkena, paperetako zero tolerantziak balio txikia baitu. Gaur egun, ikusi dugun bezala, estatuen arteko elikagai-garraioan, gaien ehuneko 99 ez dira ikuskatzen. Era berean, premiazkoa da Elikagaien eta Drogen Administrazioak erne eta oldarkor jokatzeari eta gero eta ikuskatzaile gehiago izatea.

Dena dela, sistema horrek —lehenbizi, gure jakiak deliberatuki pozoitu, eta, ondoren, emaitza ikuskatu— Lewis Carrollen *White Knight* idazlaneko zaldunaren plana gogorarazten digu, zeinak belarrondoko bizarrak berdez margotu baitzituen, eta, gero, abaniko handi bat erabiltzen baitzuen beti haiek estaltzeko. Horren toxikoak ez diren gai kimikoak erabiltzea da erabilera okerretik datorren arriskua nabarmen gutxitzeko azken irtenbidea. Horrelako produktua badaude jada: piretrina, rotenona, riania eta landareetatik datozen beste batzuk. Duela gutxi, piretrinaren ordezkotako sintetiko batzuk garatu dituzte, bestela kritikoa litzatekeen eskasia saihesten daiteke hortaz. Salgai dauden produktu kimikoen ezaugarriak buruzko heziketa ere beharrezkoa da, zoritxarrez. Erosle arrunta erabat zurtuta dago eskura dituen intsektiziden, fungiziden eta belar-hiltzaileen zerrenda ikusita, eta ez du modurik hilgarriak eta neurri batean seguruak bereizteko.

Arrisku txikiko pestizidetara aldatzeaz gain, metodo ez-kimikoak erabiltzeko aukerak arretaz aztertu behar ditugu. Bakterio oso espezifiko batek intsektu mota jakin batzuei eragiten dizkien gaitzak nekazaritzan erabiltzeko aukera probatzen ari dira Kalifornian, eta metodo horren proba hedatuagoak abian dira. Jakietan hondakinik utziko ez duten metodoen bidez intsektuak modu eraginkorrean kontrolatzeko aukera askoz gehiago daude (ikus 17. kapitulua). Metodo horietarako aldaketa eskala handian egiten ez den arte, apenas lasaituko gara edozeinen sen onerako eramangaitza den egoera honetan. Gauzak dauden bezala, ez gaude borgiarren gonbidatuak baino askoz hobeto.

12. kapitulua

Gizakiaren ordaina

Industria Aroan jaiotako produktu-uholdeak gure ingurumena gainezkatu duen bitartean, osasun-arazo publiko larrienek izaera erabat aldatu da. Baztangaren, koleraren eta antzeko izurriteen beldur bizi zen oraintsu gizateria, herri osoak desagerrarazten baitzituzten garai batean. Orain gehien kezkatzen gaituztenak ez dira garai bateko onahiko organismo gaitz-eragile haiek; higieak, bizitzeko kondizio hobee eta botika berriek gai kutsakorrak hobeto kontrolatzen lagundu digute. Gure ingurumenean ezkutatuta dagoen bestelako arrisku batek, gaur egungo gure bizimodua garatu ahala guk geuk sartu dugun arriskuak, kezkatzen gaitu orain.

Ingurumeneko osasun-arazo berriak ugari dira: askotariko erradiazioak sortuak; produktu kimikoen uholde amaigabetik datozenak, non pestizidak zati bat baino ez baitira; eta gure munduan barreiatuak, zuzenean eta zeharka, bakarka eta taldeka eragiten diguten produktu kimikoak. Haien presentziak itzal bat proiektatzen du; itxuragabea eta iluna izanagatik ere, kezkarria da itzal hori, eta, gizakiaren esperientzia biologikoaren partaide ez diren eragile kimiko eta fisikoen eraginpean jarri izanaren ondorioak aurreikustea ezinezkoa izanagatik ere, izutzeko modukoa da itzal hori.

Estatu Batuetako Osasun Publikoaren Zerbitzuko David Price doktorearen arabera, beldurak itota bizi gara, zerbaitek ingurumena erabat hondatu eta gizakia dinosauroak bezala desagertuko delakoan. Eta pentsamendu horiek are asaldagarriago bihurtzen ditu jakiteak litekeena dela gure halabeharra zigilatuta egotea sintomak ageriko egin baino hogeitaz urte lehenago edo.

Ingurumenaren gaitzaren argazkian, zer toki hartzen dute pestizidek? Ikusi dugu lurzorua, ura eta jakiak kutsatzen dituztela, gure errekek arrainik gabe eta gure lorategi eta basoak isil eta hegaztirik

gabe uzteko ahalmena dutela. Askotan kontrakoa nahi izaten badu ere, gizakia naturaren partaide da.

Gure mundu osoan barreiaturik dagoen kutsaduratik ihes egin al dezake?

Badakigu produktu kimiko horien eraginpean jartze soilak pozoitze larria eragin dezakeela kantitatea nahiko handia izanez gero. Baina arazorik handiena ez da hori. Nekazariak, ihintzatzen dabiltzanak, pilotuak eta pestizida kantitate handien eraginpean egondako beste batzuk bat-batean gaixotu edo hiltzea tragikoa da, eta ez luke gertatu behar. Populazio orokorrari dagokionez, kezkatuago egon behar genuke gure mundua ezkutuan kutsatzen duten pestiziden kantitate txikiak xurgatzeak gerora dakartzan eraginekin.

Osasun publikoaz arduratzen diren funtzionarioek esan dute produktu kimikoen ondorio biologikoak metatu egiten direla denbora luzez eta bizitza osoan metatutako esposizioen kantitate totalaren arabera dela gizabanakoen arriskua. Arrazoi horiexengatik uzten dugu aise arriskua alde batera. Giza izaeraren ezaugarria da geroko hondamendien iragarpen ilunak iruditzen zaizkigun horiei garrantzirik ez ematea. «Gizakiari zirrara handiagoa egiten diote nabarmentzen diren gaitzek», Rene Dubos mediku adituaren arabera. «Hala ere, etsai handienak zuhur sartzen zaizkio barruan».

Gutako bakoitzarentzat, Michiganeko txantxangorriarentzat edo Miramichiko izokinarentzat bezala, ekologia-arazo bat da hori, elkarrekiko loturako eta mendekotasuneko arazo bat. Errekako trikopteroak pozoitzen ditugu, eta izokin-bideak urritu egiten dira; ondorioz, izokinak hil egiten dira. Aintzirako etxe-eltxoak pozoitzen ditugu, eta pozoiak elika-katean gora egiten du mailaz maila; handik gutxira, aintzira-ertzeko hegaztiak haren biktima bilakatzen dira. Gure zumarrak ihintzatzen ditugu, eta hurrengo udaberrian ez da entzuten txantxangorri-kanturik; ez txantxangorriak zuzenean ihintzatu ditugulako, baizik eta pozoiak pausoz pauso aurrera egiten duelako orain ezagutzen dugun zumar-hosto?lur-zizare?txantxangorri ziklo horretan. Bildutako datuak dira horiek, behagarriak, inguruan begibistan dugun munduaren zati bat. Zientzialariek ekologia deritzoten biziaren sarea —edo heriotzarena— islatzen dute.

Baina gure gorputzen barruan ere badago munduaren ekologia bat. Mundu ikusezin horretan, kausa ñimiñoek ondorio itzelak era-

giten dituzte; bestalde, ondorioak askotan ez du loturarik, antza, kausarekin, eta gorputzaren beste toki batean agertzen da, lehenengo kaltea jasan zen tokitik urrun. «Toki batean —molekula batean bada ere— gertatutako aldaketak sistema osoan izan dezake eragina, eta beste aldaketa batzuk has ditzake elkarren artean itxuraz loturarik ez duten organo eta ehunetan», dio ikerketa medikoaren egungo egoerari buruzko laburpen batek. Giza gorputzaren funtzionamendu misteriotsu eta zoragarriarekin kezkatua gaudenean, kausaren eta ondorioaren arteko erlazioa gutxitan izaten da erlazio soila eta frogatzen erraza. Elkarrengandik urrun egon daitezke espazioan eta denboran. Gaitzaren eta heriotzaren eragilea aurkitzeko, antza, arlo oso berezietan eginiko ikerketa ugaritan izandako gertaera ezberdin eta loturarik gabeak elkarrekin lotu behar dira.

Ondorio garbi eta berehalakoak bilatzeko eta gainerako guztia bazter uzteko ohitura dugu. Arriskua dagoela ukatzen dugu, baldin eta laster eta oso modu agerikoan agertzen ez bada eta bazter utzi ezin badugu. Ikertzaileek ere badute eragozpen bat, ez dute metodo egokirik kaltearen hasiera detektatzeko. Sintomak agertu aurretik kalteaz ohartzeko metodo behar bezain zorrotzak ez izatea da medikuntzan diren konpondu gabeko arazo handienetako bat.

«Baina —norbaitek esango luke— dieldrin-sprayak erabili ditut belardian askotan, eta sekula ez ditut izan Munduko Osasun Erakundeko ihintzatzaileek izan zituzten konbultsioak; beraz, niri ez dit kalterik egiten». Ez da horren sinplea. Sintoma dramatikorik eta bat-batekorik izan ez arren, horrelako materialak erabiltzen dituen edonor gorputzean material toxikoak metatzen ari da, dudarik gabe. Hidrokarbuo kloratuak metatzea, ikusi dugun bezala, prozesu bat da, eta hartualdi txikienetik hasten da. Material toxikoak gorputzaren gantz-ehun guztietan ezartzen dira. Gantz-erreserba horiek erabiltzen direnean, pozoia azkar eraso dezake. Zeelanda Berriko medikuntzako aldizkari batek adibide bat eman du berriki. Argaltzeko tratamendua egiten ari zen gizaseme batek pozoitze-sintomak garatu zituen bat-batean. Haren gantza analizatuta, aurkitu zuten dieldrina zuela metatuta, eta argaltzean metabolizatu zuela. Gauza bera gerta zitekeen gaixotasun baten ondorioz pisua galduz gero.

Metatzearen ondorioak, bestalde, ezkutukoagoak ere izan zitezkeen. Duela urte batzuk, Amerikako Mediki Elkartearen *Journal*

aldizkariak serioz ohartarazi zuen ehun adiposoetan intsektizidak metatzearen arazoaz, eta esan zuen drogak edo produktu kimiko metakorrak kontu handiagoz erabili behar direla ehunetan metatzeko joerarik ez dutenak baino. Gantz-ehuna, ohartarazi digute, ez da gantza —gorputzaren pisuaren ehuneko hemezortzi— paratzeko toki bat soilik, baditu beste funtzio garrantzitsu batzuk ere, eta gerta liteke metatutako pozoiek funtzio horiek oztopatzea.

Are gehiago, gantza oso zabal banatuta dago gorputz osoko organo eta ehunetan, eta zelula-mintzaren osatzaile ere bada. Garrantzitsua da gogoratzea, beraz, gantzetan disolbatzen diren intsektizidak banakako zeluletan metatuta geratzen direla, eta bizitzeko ezinbestekoak diren bi funtzio —oxidazioa eta energia-ekoiztea— oztopatzeko gauza direla han. Arazoaren alderdi garrantzitsu horri hurrengo kapituluan helduko diogu.

Giblean duten eragina da hidrokarburo kloratuzko intsektiziden inguruko datu adierazgarrienetako bat. Gorputzeko organo guztietatik, gibela da apartekoena. Haren aldakortasunari eta funtzioen ezinbestekotasunari dagokienez, ez du parekorik. Bizitzeko ezinbestekoak diren hainbat jardueratan nagusitzen da, eta hari eginiko kalterik arinenak ere ondorio larriak ekar ditzake. Gantzak digeritzeko behazunaz hornitzeaz gain, kokapenagatik eta han bat egiten duten zirkulazio-bideengatik, odola zuzenean jasotzen du digestio-hoditik, eta elikagai nagusi guztien metabolismoari eragiten dio. Azukrea glukogeno—forman metatu, eta glukosa gisa askatzen du, zehazki neurtutako kantitateetan, odoleko azukrea neurri normalen barruan mantentzeko. Proteinak sortzen ditu, odolaren koagulazioarekin zerikusia duten odol-plasmaren funtsezko elementu batzuk barne. Kolesterolak dagokion neurrian mantentzen du odol-plasma horretan, eta hormona femenino eta maskulinoak desaktibatzen ditu gehiegizko mailara heltzen direnean. Bitamina askoren biltegia da, eta horietako askok, era berean, haren funtzionamenduari berari laguntzen diote.

Normaltasunez funtzionatzen duen gibelik gabe, gorputza armarik gabe legoke, hura etengabe inbaditzen duten askotariko pozoien aurkako defentsarik gabe. Horietako batzuk metabolismoaren azpiproduktu ohikoak dira, eta gibelak arin eta eraginkortasunez indargabetzen ditu nitrogenoa kenduz. Baina gorputzean normalean tokirik izaten ez duten beste pozoiz batzuk ere desintoxika daitezke.

Malathion eta metoxikloro intsektizida «ez-kaltegarri»en kasuan, gibleko entzima batek haien molekulak aldatzen ditu, eta kalte egiteko duten gaitasuna gutxitzen die; horrexegatik, hain zuzen, substantzia horiek ez dira horiek in loturiko beste batzuk bezain pozoitsuak. Gibelak antzera tratatzen ditu eragiten diguten material toxiko gehienak.

Pozoi inbaditzaileen edo barneko pozoien aurkako defentsalerroa ahuldua eta birrindua dugu orain. Pestizidek kaltetutako gibela ez da gauza gu pozoietatik babesteko, eta, gainera, haren askotariko jardura guztiak eragotzita gera daitezke. Hortaz, ondorioak irismen handikoak izateaz gain, gerta liteke askotarikoak izatea eta berehala ez agertzea, eta beste kausa bati egozte.

Gibelarentzat pozoiak diren intsektizida horien erabilera kasik unibertsalarekin lotuta, interesgarria da ohartzea hepatitisa oso bizkor ugaritu zela 1950eko hamarraldian eta gora jarraitzen duela. Zirrosia ere zabaltzen ari da, antza. A kausak B ondorioa dakarrela frogatzen zaila bada ere —gizakiarekin laborategiko animaliekin baino gehiago—, sen onak iradokitzen du gibleko gaitzen hazkundearen eta gibelari kalte egiten dioten ingurumeneko pozoien nagusitasunaren arteko lotura ez dela kointzidentzia. Gibela kaltetzeko ahalmen ukazina izan eta, agian, gaitzarekiko sentikorrako bihurtzen duten pozoien eraginpean egonik, zaila da ikusten hidrokarbuo kloratuak kausa nagusia diren ala ez.

Bi intsektizida mota nagusiek, hidrokarbuo kloratuek zein fosfato organikoek, zuzenean eragiten diote nerbio-sistemari, modu zertxobait ezberdinetan bada ere. Hori garbi utzi dute animaliekin eginiko ehunka esperimenterik, bai eta gizabanakoei eginiko behaketek ere. DDTak —intsektizida organiko berrien arteko hedatuki erabilirik lehenena— gizakiaren nerbio-sistema zentralari eragiten dio, batez ere, eta zerebeloan eta goiko area motorrean izaten dira, antza, arazo nagusiak. Toxikologiako ohiko testuliburuak diotenez, sastadak, erremina, azkura edo antzeko ezohiko sentazioak, bai eta dardarizak edo konbultzioak ere, etor daitezke aintzat hartzeko moduko kantitateen eraginpean egon ondoren.

Ondorioak ezagutzearen beren burua DDTaren eraginpean jarri zuten ikertzaile britainiar batzuen eskutik ezagutu genituen lehenengo aldiz DDTaren pozoitze akutuen sintomak. British Royal Navyren Fisiologia Laborategiko bi zientzialarik DDTa xurgarazi zioten beren larruazalari; horretarako, 2 ppm DDT zuen pintura uretan disolbagarri

batekin margotutako paretarekin kontaktuan jarri ziren zuzenean. Nerbio-sistematikiko eragin zuzena nabarmena da sintomei buruz egiten duten deskribapen elokuentea honetan:

«Nekea, makaltasuna eta gorputz-adarretako mina oso errealak ziren, eta buruko egoera ere larrigarria zen... suminkortasun handia... higuin handia edozein motatako lanari... adimen-gaitasunik ezaren sentsazioa zeregin mental txikienari ekitean. Batzuetan, oinazeak handiak ziren».

Beste ikertzaile britainiar batek DDTa aplikatu zion bere azalari, azetona-soluzio batean, eta adierazi zuen makaltasuna eta gorputz-adarretako mina, muskulu-ahulezia eta «sekulako nerbio-tentsioagatik espasmoak» izan zituela. Oporrak hartu zituen, eta hobera egin zuen, baina, lanera itzuli zenean, okerrera egin zuen. Orduan, hiru aste eman zituen ohean, gorputz-adarretako min etengabeak, insomnioak, nerbio-tentsioak eta antsietate akutuak abaildurik. Noizean behin, dardarizoez gorputz osoa astintzen zioten —DDTarekin pozoitutako hegaztiak ikusita ezagunegi bilakatu zaizkigun dardarizo horiek bezalakoak zituen—. Esperimentugileak laneko hamar aste galdu zituen, eta, urtebeteren ondoren, haren kasua medikuntzako aldizkari britainiar batean deskribatu zutenean, artean ez zegoen erabat suspertua.

(Ebidentzia hori egonagatik ere, boluntarioekin DDTa probatzeko esperimntua zuzendu zuten ikertzaile estatubatuar batzuek ez zieten jaramonik egin burukomina eta «hezurretako oinazea» zutenen kexei, eta azaldu zuten «argi eta garbi jatorri psikoneurotikoa zutela»).

Erregistratuta dauden kasu askotan, sintomek zein gaixotasunaren bilakaera osoak adierazten dute eragileak intsektizidak direla. Ohi bezala, intsektizidetako batekin kontaktua izan duten biktimei, tratamendua jarri eta inguruko intsektizida guztiak kendutakoan, sintomak gutxitu egin zaizkie, baina, are adierazgarriagoa dena, *sintomak itzuli egin dira produktu horiekin berriro kontaktua izan duten bakoitzean*. Bestelako gaixotasun askotan, ebidentzia horren antzekoak, eta ez beste batzuk, erabiltzen dira medikuntzako terapia andanaren oinarri gisa. Ohartarazpen gisa balio izan behar luke, ohar gaitetzen dagoeneko ez dela zentzuzkoa gure ingurumena pestizidaz saturatzeko «arrisku neurtua» onartzea.

Intsektizidak maneiatzen eta erabiltzen dituzten guztiek zergatik ez dituzte sintoma berak? Norberaren sentikortasunak badu zerikusia.

Hainbat ebidentziak erakusten dute emakumezkoak gizonezkoak baino sentikorrago direla; gazteak, helduak bainoago; nagusiki bizimodu sedentarioa eta etxe-barrukoa egiten dutenak, kanpoaldean lan gogorra edo ariketa egiten dutenak bainoago. Ezberdintasun horiez gain, badaude beste batzuk, ukiezinak izanagatik ere, horiek bezain errealka direnak. Zer egiten du pertsona bat hautsarekiko edo polenarekiko alergiko, pozoiarekiko sentikor edo infekzioekiko gaitzikor izatea eta beste bat ez? Gaur egun, oraindik, medikuntza-misterio horrek ez du azalpenik. Hala eta guztiz ere, arazoa hor dago, eta pertsona kopuru esanguratsu bati eragiten dio. Zenbait medikuk kalkulatzeko dute pazienteen herenek edo gehiagok dutela nolabaiteko sentikortasuna, eta kopuru hori gorantz doala. Eta, zoritxarrez, sentikortasuna bat-batean gara dezake aldezturik sentikorra ez zen pertsona batek. Berez, mediku batzuek uste dute produktu kimikoekin noizbehinka kontaktua izateak sor dezakeela sentikortasuna. Hori hala bada, horrek argitu dezake zergatik aurkitu izan diren ondorio toxikoen ebidentzia gutxi lanbideagatik kontaktu jarraitua izan duten pertsonen eginiko azterlanetan. Produktuekiko kontaktu jarraituaren bidez, pertsona horiek immunizatu egiten dira, alergologo batek alergenodosi txikiak behin eta berriaz injektatuz pazienteak immunizatzen dituen bezala.

Gizakiak, laborategian zorrotz kontrolatutako kondizioetan bizi diren animaliak ez bezala, sekula ez dira egoten produktu kimiko bakar baten eraginpean, eta horrek are gehiago korapilatzen du pestizidengatik pozoitzearen arazo osoa. Intsektizida talde nagusien artean, eta horien eta beste produktu batzuen artean, ahalmen handiko hainbat interakzio daude. Lurzoruan, uretan edo giza odolean askatzean, loturarik ez duten produktu horiek ez dute bereizirik jarraitzen; aldaketa misterioitsu eta ikusezinak gertatzen dira, eta, horien bidez, kalte egiteko ahalmena aldatzen diote batak besteari.

Jokatzeko moduagatik erabat ezberdintzat hartu izan diren intsektizida talde nagusi bien artean ere interakzioa gertatzen da. Kolinesterasa, nerbioak babesten dituen entzima, pozoitzen duten fosfato organikoen indarra areagotu egiten da baldin eta gibela kaltetzen duen hidrokarburo kloratuaren eraginpean jartzen bada gorputza aurrez. Gibelaren funtzioak desorekatzen direnean kolinesterasa entzimaren ohiko maila jaisten delako gertatzen da hori. Orduan, fosfato organikoen eragin depresorea gehitzea nahikoa izan liteke sintoma akutua

azkartzeko. Eta, ikusi dugun bezala, gerta liteke fosfato organikoetako pare batek elkarri eragitea eta haien toxikotasuna ehun aldiz areagotzea. Edota fosfato organikoek interakzioa sor dezakete zenbait drogarekin, edo material sintetikoekin, elikagai-gehigarriekin... eta, nork daki, gizakiak fabrikatu eta gure munduan zabaldutako substantzia ugari horietako beste askorekin, beharbada.

Ustez kaltegarria ez den produktu baten eragina drastikoki alda daiteke beste baten eraginez; metoxikloroa, DDTaren gertuko ahaide bat, da adibide onenetako bat (baliteke metoxikloroa ez izatea esaten den bezain arriskurik gabea, saiakuntzako animaliekin egin berri den lan batek erakusten baitu uteroari zuzenean eragiten diola eta guruin pituitarioko hormona indartsuetako batzuk blokeatzen dituela; horrek gogorazten digu eragin biologiko itzela duen produktua dela. Beste lan batek erakusten du metoxikloroak giltzurrunei kalte egin diezaiekeela). Bakarrik dagoela aipatzeko moduko kantitateetan metatzen ez denez, metoxikloroa produktu segurua dela esaten dugu. Baina hori ez da beti egia. Gibela beste agenteren batek kaltetu baldin badu, ohi baino ehun aldiz metoxikloro gehiago metatzen da gorputzean, eta, orduan, DDTaren ondorioak imitatzen ditu, eta iraupen luzeko arrastoak utzi nerbio-sisteman. Alabaina, baliteke gibelari egindako kaltea arina izatea eta oharkabea pasatzea. Eguneroko egoera ugari horietako baten ondorio izan daiteke: beste intsektizida bat erabiltzea, karbono tetrakloruroa duen garbiketa-produktu bat erabiltzea edo lasaigarriak hartzea; izan ere, horietako asko (ez guztiak) hidrokarburo kloratuak dira, eta gibela honda dezakete.

Nerbio-sistema kaltetzea ez da pozoitze akutuagatik soilik gertatzen; esposiziotik datozen eragin atzeratuek ere ekar dezakete. Badaude metoxikloroak edo beste produktu batzuek burmuinean edo nerbioetan eragindako iraupen luzeko kalteei buruzko txostenak. Dieldrinak, berehalako ondorioez gain, luzerako ondorioak izan ditzake: memoria galtzea, loezina, amesgaiztoak... baita mania ere. Lindanoa, medikuen aurkikuntzen arabera, kantitate adierazgarrietan metatzen da burmuinean eta gibel-ehunetan, eta iraupen luzeko eraginak izan ditzake nerbio-sistema zentrolean. Hala ere, produktu kimiko hori, hexaklorobentzenoaren forma bat, asko erabiltzen da lainoztagailuetan; etxeetan, bulegoetan, jatetxeetan eta beste hainbat tokitan intsektizida-bapore lurrunduak barreiatzen dituzten gailuetan, alegia.

Fosfato organikoek, eskuarki pozoitze akutuaren seinale bortitzenei dagokienez soilik aintzat hartzen direnek, kalte fisiko iraunkorra eragin diezaiekete nerbio-ehunei, eta, berriki eginiko aurkikuntzen arabera, buruko nahastea ere eragin dezakete. Paralisi atzeratuen kasu batzuk izan dira intsektizida horietako bat edo beste erabili ondoren. 1930 inguruan, Estatu Batuetan Lege Lehorra ezarrita zegoen garaian, jazoera bitxi bat izan zen, etorriko zenaren iragarpena. Ez zuen intsektizida batek eragin, kimikoki fosfato organikoetako intsektiziden talde berekoa den sustantzia batek baizik. Garai hartan, sendagai batzuk jarri zituzten salgai, likorearen ordezkotzat gisa; Lege Lehorra bete beharretik salbuetsita zeuden. Jamaikako jengibre zen haietako bat. Baina *Estatu Batuetako Farmakopearen* produktua garestia zen, eta Jamaikako jengibrearen ordezkotzat egitea otu zitzaion kontrabandistei. Horren ongi egin zuten produktu faltsua, ezen zegozkion test kimikoak gainditu baitzituen; gobernuak kimikariei ziria sartzea lortu zuten. Jengibre faltsuari beharrezko zapora sendoa emateko, tiotokresil fosfato izeneko produktu kimikoa erantsi zioten. Produktu horrek, parathionak eta harekin loturikoek bezala, kolinesterasa entzima babeslea suntsitzen du. Kontrabandisten produktua edatearen ondorioz, 15.000 pertsonak muskulu-paralisi iraunkorra garatu zuten zangoetan, orain «jengibrearen paralisi» deitzen duguna. Paralisia eragiteaz gain, nerbio-mintzak suntsitu eta orno-muinaren aurreko adarretako zelulak endekatzen ditu.

Hogei urte inguru geroago, beste zenbait fosfato organiko intsektizida gisa erabiltzen hasi ziren, ikusi dugun bezala, eta, handik gutxira, jengibrearen paralisiaren zantzuak zituzten kasuak agertzen hasi ziren. Alemaniako negutegi bateko langileak, parathion erabili zuen aldi bakanetan, pozoitze-sintoma arinak jasan zituen, eta, handik zenbait hilabetera, paralisiak jota geratu zen. Geroago, produktu kimikoen lantegi bateko hiru langilek pozoitze akutua jasan zuten, talde bereko beste intsektizida batzuen eraginpean egon eta gero. Tratamenduaren bidez, suspertu egin ziren, baina, hamar egun geroago, haietako bik muskulu-ahulezia izan zuten zangoetan. Hamar hilabete iraun zuen haietako baten ahuleziak. Emakume kimikari gazte batek kalte larriagoak jasan zituen: paralisia bi zangoetan, eta ondorio batzuk esku eta besoetan. Handik bi urtera, haren kasua aldizkari mediko batean deskribatu zutenean, artean ez zen ibiltzeko gauza.

Kasu horiek eragin zituen intsektizida merkatutik erretiratu zuten, baina baliteke oraindik ere erabiltzen diren batzuek antzeko kalteak eragiteko gauza izatea. Malathionak (lorazainen kutuna) muskulu-ahulezia larria eragin du oiloekin eginiko esperimenduetan. Kalte hori (jengibrearen paralisia bezala) nerbio ziatiko eta espinalaren mintzak suntsitzeak ekarri zuen.

Fosfato organikoekin pozoitzearen ondorio horiek guztiak, bizirik iraunez gero, zerbait okerragoaren atarikoa izan litezke. Nerbio-sistemari egiten dioten kalte larria ikusirik, pentsatzekoa zen, agian, intsektizida horiek buru-eritasunekin loturik egotea. Lotura hori Melbourneko Unibertsitateko eta Prince Henry's ospitaleko ikertzaileek eman dute duela gutxi; buru-eritasunen hamasei kasuren berri eman dute. Gaixo guztiak ziren fosfato organikozko intsektiziden eraginpean luze egonak. Haietako hiru sprayen eraginkortasuna egiaztatzen aritutako zientzialariak ziren; zortzi, negutegietako langileak; eta bost, nekazariak. Askotariko sintomak zituzten: oroimen-urritzea eta erreakzio eskizofreniko eta depresiboak, besteak beste. Historia mediko normalak zituzten guztiek, erabiltzen ari ziren produktuek hondatu baino lehen.

Ikusi dugun bezala, antzeko kontuei buruzko oihartzunak aurkituko ditugu medikuntzako testuetan; oso barreiatuta daude. Batzuetan, hidrokarbuo kloratuak aipatuko dituzte; beste batzuetan, fosfato organikoak. Nahasmendua, delirioa, oroimena galtzea, mania... prezio garestia, intsektu gutxi batzuk behin-behinekoz akabatzeagatik. Baina ordaintzen jarraituko dugu, nerbio-sistemari zuzenean erasotzen dioten produktu kimikoak erabiltzen ditugun bitartean.

13. kapitulua

Leiho estu batean zehar

George Wald biologoak, behin, begi-pigmentuen inguruan egindako lan oso espezializatua eta urrutira argi-zirrikitu bat baino ikusten uzten ez zuen leiho estu-estu bat konparatu zituen. Leihoa hurbildu ahala, ikuspegia zabaldu egiten da pixkanaka, leiho estu horretatik bertatik unibertso osoa ikusteraino.

Horrela, fokatzen dugunean bakarrik (lehenbizi, gorputz-zeluletan, banaka; gero, zelula barruko egitura ñimiñoetan; eta, azkenik, egitura horien barruko molekulen azken erreakzioetan) uler ditzakegu gure barruko ingurunean produktu kimiko arrotzak ezustean sartzearen ondorio larrienak eta irismen luzeenekoak. Mediku-ikerikuntzak berriki samar hasi da ikertzen banakako zelulek nola funtzionatzen duten energia, biziaren ezinbesteko ezaugarria, ekoizteko. Gorputzeko mekanismo energia-ekoizle harrigarria funtsezkoa da, bai osasunerako, bai bizitzeko; organo nahitaezkoenak berak baino garrantzitsuagoa da, energia ekoizten duen oxidazioaren funtzionamendu leun eta eraginkorrik gabe ezin baita gauzatu gorputz-funtzio bakar bat ere. Intsektu, karraskari eta belar txarren aurka erabilitako produktu batzuek zuzenean erasotzen diote sistema horri, eta mekanismo horren funtzionamendu ederra ezegonkortu egiten da.

Zelula-oxidazioa ulertzera eramán gaituen ikerkuntza biologiaren eta biokimikaren lorpen handienetako bat da. Lan horretan ekarpenak egin dituztenen zerrendan, Nobel saridun asko daude. Pausoz pauso, mende-laurdenean, abian izan da lana, eta aurreko lanaren emaitzak zutoin gisa gorde dira. Oraindik ere ez dago osatuta xehetasun osoz. Aurreko hamarraldian osatu zuten ikerketaren pieza guztiek osotasuna; horri esker, oxidazio biologikoa biologoen ezagutza orokorraren parte da orain. Prestakuntza 1950aren aurretik jaso zuten medikuek aukera gutxi izan zuten prozesuaren garrantzi handiaz eta

hura hausteak dakartzan arriskuez jabetzeko. Are garrantzitsuagoa da hori.

Energia-ekoiztearen azken urratsa ez da organo espezializatu batean gauzatzen, gorputzeko zelula bakoitzean baizik. Zelula bizi batek, sugarrak bezala, erregaia erretzen du biziak behar duen energia sortzeko. Analogia poetikoa da zehatza baino gehiago, «erretze» hori gorputzaren ohiko tenperaturaren epeltasunarekin bakarrik gauzatzen baitu zelulak. Alabaina, goxo-goxo erretzen doazen milioika sugar txiki horiek biziaren energia sorrarazten dute. «Erretzeari utziko baliote, bihotzak ezingo luke taupadarik egin, landarea ezingo litzateke hazi grabitateari aurka eginez, amebek ezingo lukete igeri egin, nerbioetan zehar sentsaziorik ez litzateke igaroko, burmuinean pentsamendurik ez genuke izango...», esan zuen Eugene Rabinowitch kimikariak.

Zeluletan materia energia bihurtzen duen prozesua etengabea da, naturaren berritze-zikloetako bat, amaigabe biratzen den gurpila bezalakoa. Alez ale, molekulaz molekula, karbohidrato-erregaia, glukosa-forman, gurpil horretan elikatzen da; ibilbide zikliko horretan, erregai molekula zatitu egiten da, eta aldaketa kimiko ñimiño mordoa jasaten ditu. Aldaketak modu ordenatu batean gertatzen dira, pausoz pauso, eta pauso bakoitza betekizun espezializatu duen entzima batek bideratu eta kontrolatzen du, egiteko hori baino ez duen entzima batek. Pauso bakoitzean, energia sortzen da, hondakinak (karbono dioxidoa eta ura) kanporatzen dira, eta aldatutako erregai molekula hurrengo fasera pasatzen da. Biraka dabilen gurpil horrek zikloa osatzen duenean, erregai molekula biluzik dago, datorren molekula berriarekin bateratu eta zikloa berriro hasteko prest.

Prozesu hori, non zelulek lantegi kimiko baten modura funtzionatzen baitute, mundu biziduneko txundigarrienetako bat da. Abian dauden zati guztiak infinitesimalak izateak miraria areagotzen du. Salbuespenak salbuespen, zelulak berak ñimiñoak dira, eta mikroskopiaaren laguntzaz soilik ikus daitezke. Hala ere, oxidazio-lanaren zati nagusia eskenatoki askoz txikiago batean gauzatzen da: mitokondrio izeneko zelula barruko pikor txiki-txikietan. Duela hirurogei urte baino gehiagotik ezagutzen diren arren, alde batera utzi zituzten antzina, haien zeregina ezezaguna zutelako eta, garrantzirik ez zuela uste zutelako. 1950eko hamarraldian bihurtu zen ikerketa-alor kitzikagarri eta emankorra; bat-batean, sekulako arreta bereganatzen

hasi ziren, eta, bost urteko epean, gai bakar horri buruzko mila argitalpen agertu ziren.

Berriro ere txundituta geratzen gara mitokondrioen misterioa argitzeko erabili diren zorroztasun eta pazientzia miresgarriekin. Imajina ezazue partikula ñimiño bat dugula, 300 aldiz handitzen duen mikroskopia baten bidez soilik eta ozta-ozta ikus daitekeena. Gero, imajina ezazue zer abilezia beharko den partikula hori isolatzeko, bereizteko eta haren osagaiak analizatzeko, eta funtzionamendu oso konplexua zehazteko. Dena dela, mikroskopia elektronikoaren laguntzarekin eta biokimikariaren teknikekin lortu dute hori.

Orain badakigu mitokondrioak entzima-pakete txikiak direla, oxidazio-zikloan beharrezkoak diren entzima guztiak biltzen dituen askotariko aukera, eta pareta eta konpartimentutan modu zehatz eta ordenatuan antolatuta dagoela. Mitokondrioak «zentral elektrikoak» dira, eta haietan gertatzen dira erreakzio energia-sortzaile gehienak. Zitoplasman lehenengo oxidazio-urratsak eman ondoren, erregai molekula mitokondrio barrura pasatzen da. Han osatzen da oxidazioa, eta energia kantitate itzelak askatzen dira.

Mitokondrio barruko oxidazio-gurpilaren etengabeko birek ez lukete ezertarako balioko behar-beharrezko emaitza horretarako ez balitz. Oxidazio-zikloaren fase bakoitzean sortutako energiari ATP (adenosina trifosfatoa) esaten zaio biokimikarien artean; hiru fosfato talde dituen molekula da. ATPak bere fosfato taldeetako bat beste substantzia batzuei transferi diezaieke, eta horrela betetzen du energia hornitzeko funtzioa, haren elektroil-loturen energiak hara eta hona abiada handiz bidaiatzen duen bitartean. Hala, muskulu-zeluletara muturreko fosfato talde bat transferitzen denean eskuratzen dute haiek uzkuertzeko energia. Orduan, beste ziklo bat gauzatzen da; ziklo bat beste ziklo baten barruan: ATP molekula batek bere fosfato taldeetako bati uko egin, eta bi baino ez ditu gordetzen, eta ADP difosfato molekula bihurtzen da. Baina gurpila aurrera biratu ahala, beste fosfato talde bat lotzen zaio, eta ATP indartsua eraberritzen da. Bateria kargatzearen antzekoa da: ATPak bateria kargatua irudikatzen du, eta ADPak, deskargatua.

ATPa zirkulazio-korrante unibertsala da, eta mikrobioetatik hasi eta gizakietarainoko organismo orotan dago. Muskulu-zelulak energia mekanikoaz hornitzen ditu; nerbio-zelulak, energia elektrikoaz. Espermatozoidea; igel, hegazti edo haur bilakatuko duen jarduera-

hedatze itzelerako prest dagoen obulu emankorra; hormona bat sortu behar duen zelula... guztiak hornitzen ditu ATPak. ATParen energiaren parte bat mitokondrioan erabiltzen da, baina gehiena zelulara bidaltzen da berehala, beste jarduera batzuetarako indarraz hornitzeko. Zelula batzuen barruan mitokondrioek duten kokapenak haien funtzioari buruzko argibideak ematen ditu, energia behar den une horretantxe emateko moduan baitaude kokatuta. Muskulu-zeluletan, uzkuertzuntzaren inguruan biltzen dira; nerbio-zeluletan, beste zelula batekiko lotunean, bulkadak transferitzeko energiaren hornitzeko; espermatozoideetan, isats propulsaizailea eta burua lotzen diren puntuan kontzentratzen dira.

Bateria kargatzeko prozesua, non ADPa eta fosfato talde askea konbinatzen baitira ATPa eraberritzeko, oxidazio-prozesuarekin konektatuta dago; hurbileko lotura fosforilazio aklopatu esaten zaio. Konbinazioa akoplatzen ez bada, energia baliagarriaz hornitzeko bidea galtzen da. Arnasketak jarraitzen du, baina ez da energiarik sortzen. Zelula lasterketa-motor bihurtzen da: beroa sortzen du, baina ez du indarrik ekoizten. Hortaz, muskulua ezin da uzkuertu, eta bulkadak ezin du nerbio-bideetan aurrera egin. Hortaz, espermatozoidea ezin da jomugarantz abiatu, eta obulu emankorrek ezin ditu burutu zatitze eta elaborazio konplexuak. Ez-akoplatzearen ondorioak oso txarrak izan litezke, benetan, edozein organismorentzat, enbrioetatik hasi eta helduetaraino: denborarekin, ehuna hiltzea edo organismoa bera hiltzea eragin dezake.

Nola gertatzen da ez-akoplatze hori? Erradiazioa, adibidez, ez-akoplatzailea da, eta erradiazioaren eraginpean jarritako zelulak horrela hiltzen dira zenbaiten ustean. Zoritzarrez, produktu kimiko askok ere oxidazioa energia-ekoizpenetik bereizteko ahalmena dute, eta intsektizidak eta belar-hiltzaileak zerrenda horretan daude. Fenolek, ikusi dugun bezala, gogor eragiten diote metabolismoari, eta tenperatura-igoera arriskutsua sorrarazten dute; ez-akoplatzearen «lasterketa-motorraren» eraginak sortzen du hori. Herbizida gisa hedatuki erabiltzen diren dinitrofenolak eta pentaklorofenolak talde horretako adibideak dira. Herbiziden artean, bada beste ez-akoplatzaile bat: 2,4-D-a. Hidrokarburo kloratuen artean, DDTa egiaztatutako ez-akoplatzaile bat da, eta aurreragoko ikerketek, ziur asko, talde honetako beste batzuk jarriko ditu agerian.

Baina ez-akoplatzea ez da gorputzeko bilioika zelula horietako batzuen edo guztien sugartxoak itzaltzeko bide bakarra. Ikusi dugu oxidazio-urrats bakoitza berariazko entzima batek zuzendu eta igortzen duela. Entzima horietako bat —bakar bat bada ere— suntsitzen edo ahultzen denean, zelularen barruko oxidazio-zikloa gelditu egiten da. Berdin da zein entzima dagoen kaltetua. Oxidazioak aurrera egiten du, zikloan biraka doan gurpilak bezala. Gurpilaren erradioen artean palanka bat sartzen badugu, ez du axola non sartzen dugun, gurpila geratu egiten da. Modu berean, zikloaren edozein puntutan funtzionatzen duen entzima bat suntsitzen badugu, oxidazioa gelditu egiten da. Orduan, ez da energia gehiago sortzen, eta azken ondorioa ez-akoplatzearen ondorioaren oso antzekoa da beraz.

Oxidazioaren gurpilak hondatzeko palankaren ordeaz, pestizida gisa erabili ohi diren produktu kimiko ugarietako edozein erabil dezakegu. Oxidazio-zikloan parte hartzen duen entzima bat edo gehiago inhibitzen duten pestizida ugari aurkitu dituzte, eta horien artean daude DDTa, metoxikloroa, malathiona, fenotiazina eta zenbait dinitro-konposatu. Energia ekoizteko prozesu osoa blokeatzeko eta zelulak oxigeno erabilgarririk gabe uzteko gai izan daitezkeen agente gisa agertzen dira horrela. Ondorio txarrenak dituen kalte bat da, baina haietako batzuk baino ezin ditugu aipatu hemen.

Oxigenoa sistematikoki atxikiz, besterik egin beharrik gabe, zelula normal bat zelula kartzinogeno bihur dadin eragin dute esperimentatzaileek, hurrengo kapituluan ikusiko dugun bezala. Zelula oxigenorik gabe uztearen beste ondorio drastiko batzuen zantzuak ikus daitezke animaliekin eginiko esperimenteretan, garatzen ari diren enbrioietan. Oxigeno nahikorik gabe, ehunak hedatzeko eta organoak garatzeko prozesu antolatu horiek eten egiten dira; orduan, malformazioak eta bestelako anormaltasunak agertzen dira. Pentsatzekoa da oxigenorik gabe utzitako giza enbrioiek ere sortzetiko deformazioak izango dituztela ziur aski.

Horrelako hondamenak gora egiten ari diren seinaleak daude, kausa guztiak aurkitzeko bezain urruti begiratzen dutenak gutxi diren arren. Sekula izan den iragarpen ezatseginenetako batean, Bizi Estatistiken Bulegoak jaiotzetiko malformazioen taula osatzeari ekin zion 1961ean. Argibide gisa, esan zuen handik ateratako estatistikek azalduko zutela sortzetiko malformazioek zer intzidentzia izango

zuten eta zer egoeratan agertuko ziren. Dudarik gabe, azterlan horiek erradiazioaren ondorioak neurtzera bideratzen dira nabarmen, baina ez dugu ahaztu behar produktu kimiko asko erradiazioaren lagun direla, eta, hain zuzen ere, ondorio berak eragiten dituztela. Biharko haurren akats edo malformazioetako batzuk, Bizi Estatistiken Bulegoak gupidagabeki aurreratuak, kanpoko eta barruko gure munduetan barneratzen diren produktu kimiko horiek eragingo dituzte, zalantzarik gabe.

Era berean, baliteke gutxitutako ugalketari buruzko aurkikuntza horietako batzuk lotuta egotea oxidazio biologikoa oztopatzearekin eta hortik datorren garrantzi handiko ATP baterien agortzearekin. Obuluak, emankor bihurtu aurretik ere, ATPz eskuzabal hornitu behar du, espermatozoidea sartu eta emankor bihurtu ondoren egin beharko duen ahalegin itzel horren zain dagoenean, energia-gastu itzel horretarako prest egoteko. Zelularen lepoan trinko taldekatutako mitokondrioan sorturiko ATP-horniduraren baitan dago espermatozoidea obulura iristea eta han barneratzea. Behin emankortura eta zelula-zatiketa hasita dagoenean, energia-hornidurak, ATP forman, baldintzatuko du, nagusiki, enbrioia garatzea. Enbriologiako adituek, haien subjektu egokienetako batzuk —igel eta itsas trikuen arrautzak— aztertzean, aurkitu dute arrautzak zatiketa eteten duela ATP-edukia maila kritikoko batetik behera urrituz gero, eta hil egiten dela handik gutxira.

Ez da ezinezko urratsa enbriologiako laborategitik sagarrondorakoa, non txantxangorri amerikarraren arrautza urdin berdexkak dituen habia baitago; baina arrautzak hotzak daude, egun gutxi batzuez dirdira egin duten biziaren sugarrak itzalita daude orain. Floridako pinu luzerainoko urratsa ere ez da ezinezkoa; han, nahas-mahas ordenatutako adaxka eta makilatxo piloak hilik eta hotz dauden hiru arrautza zuri eta handiri eusten die. Zergatik ez da txantxangorririk eta arranokumerik jaio? Garapena osatzeko behar adina ohiko energia—ATP molekulak— izan ez, eta garapena eten egin al zuten hegazti-arrautzek laborategiko igelen arrautzek bezala? Eta ATP-gabezia hori zergatik izan zen? Hegaztien gurasoen gorputzean eta arrautzetan energiaz hornitzeko behar den oxidazioaren gurpiltxoan biratzea eteteko beste intsektizida metatu zelako?

Dagoneko ez da beharrezkoa hegazti-arrautzetako intsektizidametaketari buruz ezer asmatzea; begi bistakoa denez, ugaztunen

obuluetan baino errazago beha daitezke fenomeno horiek arrautzetan. DDTa eta beste hidrokarburo batzuen hondakinak aurkitu izan dituzte bilatu dituzten bakoitzean, gai kimiko horien eraginpean —esperimentalki edo naturan— egondako hegaztietan. Eta kontzentrazioak handiak izan dira. Kaliforniako esperimentu batean, faisai-arrautzek 349 ppm DDT baino gehiago zuten. Michiganen, DDTak pozoituta hildako txantxangorrien obiduktuetatik hartutako obuluek 200 ppm baino kontzentrazio handiagoak zituzten. Pozoiak jotako txantxangorri gurasoek zaintzen ez zituzten habietatik hartu zituzten beste arrautza batzuk; haiek ere DDTa zuten. Auzoko etxalde batean erabilitako dieldrinarekin pozoitutako oiloek arrautzei transmititu zieten produktua; DDTarekin esperimentalki elikatutako oiloek jarritako arrautzetan, 65 ppm aurkitu zuten.

Entzima jakin bat desaktibatuz, edo energia sortzeko mekanismoa ez akoplatzearen bidez, DDTak eta beste hidrokarburo kloratu batzuek (agian guztiek) energia ekoizteko zikloa eteten dute. Hori jakinda, gogorra da ikustea nola hondakinez beteriko arrautzaren batek garapen-prozesu konplexua osatu dezakeen: zatiketa zelular amaigabea, ehun eta organoen elaborazioa, amaieran izaki biziduna ekoizten duten bizigaien sintesia. Prozesu hori osatzeko, energia kantitate handiak behar dira, gurpil metabolikoaren biratzeak bakarrik sor ditzakeen ATP-paketetxoak.

Ez dago arrazoirik zoritxar horiek guztiak hegaztietara mugatzen direla pentsatzeko. ATPa energiaren zirkulazio unibertsala da, eta hura sortzen duten metabolismoaren zikloek helburu berera jotzen dute hegaztietan eta bakterioetan, gizakietan eta saguetan. Beraz, edozein espezieren hozi-zeluletako intsektizida-metatze horrek arduratu behar gaitu, gizakietan pareko ondorioak izango dituela pentsarazten baitu.

Zenbait zantzuk adierazten dute produktu kimiko horiek hozi-zelulen fabrikazioarekin zerikusia duten ehunetan eta zeluletan bertan ostatu hartzen dutela. Intsektizida-metatzeak aurkitu dituzte askotariko hegazti eta ugaztunen sexu-organoetan: faisaietan, saguetan, akurietan (kontrolpeko egoeretan), txantxangorri amerikarretan (zumarraren gaitzari aurre egiteko ihintzatutako eremu batean) eta oreinetan (izeiaren larbari aurre egiteko ihintzaturiko mendebaldeko basoetan). Txantxangorri amerikarretako batek testikuluetan zuen DDT-kontzentrazioa gorputzeko beste edozein ataletakoa baino handiagoa

zen. Faisaiek ere kantitate ikaragarriak metatu zituzten testikuluetan: 1.500 ppm baino gehiago.

Sexu-organoetako metatze horren ondorioz, segur aski, testikulu-atrofia agertu da esperimentuetako ugaztunetan. Metoxikloroaren eraginpean jarritako arratoi gazteek testikulu zeharo txikiak zituzten. DDTa janarazi zieten oilar gazteei ohi baino ehuneko 72 gutxiago hazi zitzaizkien testikuluak; eta gandor eta barbulen tamaina ohikoaren herena baino ez zen, testikuluetako hormonaren beharra baitute garatzeko.

Espermatozoideei berei ere eragingo zien ATP-galerak. Esperimentuetan ikusi da dinitrofenolak zezenaren espermaren mugikortasuna txikitzen duela; izan ere, energia akoplatzeko mekanismoa oztopatu eta energia-galera eragiten du ezinbestean. Seguruenik, ondorio berera iritsiko ginateke beste produktu kimiko batzuen eraginak aztertuz gero. Gizakiarengan izan ditzakeen ondorioen arrastoren bat badago hegazkinez uztetan DDTa aplikatzen aritutako batzuen oligospermia —espermatozoide-produkzio txikia— buruzko mediku-txostenetan.

Gizateriarentzat, oro har, ondasun askoz baliotsuagoa da herentzia genetikoa —iraganarekin eta etorkizunarekin dugun lotura— norbanakoaren bizia baino. Bilakaera-eonetan eratutako gure geneek, gu garen bezalakoak egiteaz gain, etorkizuna gordetzen dute beren izate ñimiñoan, etorkizun hori oparoa edo mehatxua izan. Alabaina, gizakiak fabrikatutako eragileen bidezko narriadura genetikoa gure garaiko mehatxua da, «azken arriskua eta arriskurik handiena gure zibilizazioarentzat».

Berriro ere, produktu kimikoen eta erradiazioaren arteko parekotasuna zehatza eta saihestezina da.

Erradiazioak erasotako zelula bizidunak askotariko kalteak jasaten ditu: zatikatzeko ohiko gaitasuna suntsi daiteke, aldaketak jasan ditzake kromosomen egiturari, edo geneek, herentzia-materiala daramatenek, bat-bateko aldaketak edo mutazioak izan ditzakete, eta hurrengo belaunaldietan ezaugarri berriak erakutsi. Zelula bereziki sentikorra bada, segituan hil daiteke, edo, bestela, urteak joan ahala, gaizto bihurtu daiteke.

Erradiazioaren ondorio horiek guztiak bikoiztu egin dira laborategiko azterlanetan, erradiomimetiko edo erradiazio-imitatzaile

gisa ezagutzen diren gai kimikoen talde handi baten bidez. Pestizida gisa —herbizidak edota intsektizidak— erabilitako gai kimiko asko kromosomak kaltetzeko, ohiko zatiketa zelularra eragozteko edo mutazioak eragiteko gaitasuna duten substantzien taldekoak dira. Material genetikoari egindako kalte horiek gizabanakoari eragin diezaioke gaitza, edo gerta liteke ondorioak hurrengo belaunaldietan azaleratzea.

Duela hamarkada gutxi, inork ez zituen ezagutzen erradiazioaren edo gai kimikoen ondorio horiek. Garai hartan, atomoa zatitzea lortu gabeak ziren artean, eta, ordura arte, erradiazioa bikoiztu zezaketen gai kimikoetako gutxi batzuk baino ez zituzten sortu kimikarien saio-hodietan. Orduan, 1927an, Texaseko Unibertsitateko zoologia-irakasle batek, H. J. Muller doktoreak, aurkitu zuen organismo batek, X izpien eraginpean jarritz gero, mutazioak eragin zitzaizkela hurrengo belaunaldietan. Mullerren aurkikuntzari esker, ezagutza zientifikoaren eta medikoaren alor berri asko zabaldu ziren. Mullerrek, geroago, Medikuntzako Nobel saria jaso zuen bere lorpenagatik, eta, zorigaitzez euri erradiaktibo grisak azkar ezagun bihurtu ziren mundu honetan, zientzialari ez direnek ere ezagutzen dituzte orain erradiazioaren ondorio potentzialak.

Horren ezaguna ez den arren, kideko aurkikuntza bat egin zuten Charlotte Auerbachek eta William Robsonnek Edinburgheko Unibertsitatean 1940ko hamarraldiaren hasieran. Ziape-gasarekin ari zirela, aurkitu zuten gai kimiko horrek kromosoma-anormaltasun iraunkorrak, erradiazioak eragiten dituenetatik bereizi ezinak, eragiten dituela. Fruta-eulietan probatuta, —X izpiekin egindako jatorrizko lanean organismo bera erabili zuen Mullerrek—, ziape-gasak ere mutazioak eragin zituen. Hala aurkitu zuten lehenengo mutageno kimikoa.

Dakigula landare eta animalien material genetikoa aldatzen duten beste gai kimiko batzuen zerrendan sartu dute orain ziape-gasa, mutageno gisa. Gai kimikoek herentziaren norabidea nola alda dezaketen ulertzeko, biziaren funtsezko drama ikusi behar dugu lehenbizi, zelula bizidunen fasean eszenaratzen den moduan.

Gorputzeko ehun eta organoak osatzen dituzten zelulek beren kopurua handitzeko indarra izan behar dute, gorputza haziko bada eta biziaren urek belaunalditik belaunaldira isurtzen jarraituko

badute. Mitosi-prozesuak edo nukleoaren zatiketak gauzatzen du hori. Zatitzear dagoen zelula batean, aldaketa izugarri garrantzitsuak gertatzen dira; lehenbizi, nukleoaren barruan eragiten dute, baina, azkenik, zelula osoan. Nukleoaren barruan, kromosomak misteriozuki mugitu eta zatitzen dira, eta zelula umei herentzia-determinatzailea —geneak— banatzeko balioko duten aspaldiko ereduetan ordenatzen dira beren kabuz. Lehendabizi, albainu luzeen forma hartzen dute, eta, albainu horietan, geneak lerrokatzen dira, arrosarioan bihiak bezala. Gero, kromosoma bakoitza luzetara zatitzen da (geneak ere zatitzen dira). Zelula bitan zatitu denean, zati-erdi bakoitza zelula ume batera doa. Modu horretara, zelula berri bakoitzak kromosoma sorta osoa izango du, eta informazio genetiko guztia izango du barruan kodifikatua. Hala, arrazaren eta espezieen osotasuna babesturik dago; antzekoak antzekoa sortzen du.

Zatiketa zelular berezi bat gertatzen da hozi-zelulen sorreran. Espezie bakoitzak kromosoma kopuru konstante bat duenez, obuluak eta espermatozoideak —indibiduo berria sortzeko elkartuko direnak— kopuru espezifiko horren erdia soilik ekarri behar dute elkarketara. Hori guztia berebiziko zehaztasunez gertatzen da, zelula horiek sortzen dituzten zatiketetako batean kromosomen jokabidean gertatzen den aldaketaren bidez. Une horretan kromosomak ez dira zatitzen, pare bakoitzeko kromosoma oso bat joaten da zelula ume bakoitzaren barnera.

Oinarrizko drama horretan, bizi osoa batasun gisa agertzen zaigu. Zatiketa zelularren prozesuko jazoerak komunak dira Lurreko bizidun ororentzat; ez gizakiek, ez amebek, ez sekuoi erraldoiek, ez legamia-zelula soilek ezin dute bizirik luze iraun zatiketa zelularren prozesu hori eteten bada. Mitosia galarazten duen edozer, beraz, mehatxu larria da eragina jasaten duen organismoaren eta haren ondorengoen ongizatearentzat.

«Zelulen antolaketaren ezaugarri nagusiek (mitosia barne, adibidez), 500 milioi urte baino askoz gehiago izan behar dituzte —ia 1.000 milioi—. Biziaren mundua, hauskorra eta konplexua izan arren, oso iraunkorra da denboran zehar, mendiak baino iraunkorragoa. Heredatutako informazioa belaunaldiz belaunaldi kopiatzeko zehaztasun ia sinestezinaren mende dago, erabat, aipatutako iraunkortasun hori».

Hala idatzi zuten George Gaylord Simpsonen eta haren lankide Pittendrighen eta Tiffanyk *Life* liburu sakonean.

Baina, autore horiek irudikatutako mila milioi urte horietan gutzietan, «zehaztasun sinestezin» horri ez dio ezerk eragin gizakiak ekoiztako erradiazioak eta ekoitzi eta barreiatutako produktu kimikoek bezain zuzen eta gogor. Sir Macfarlane Burnet mediku australiar ospetsu eta Nobel saridunaren ustean, gure garaiko medikuntzaren ezaugarri adierazgarrienetako bat da barruko organoak agente mutagenoetatik gordetzen dituzten ohiko babes-hesiak gero eta maizago zeharkatzen direla, hain zuzen, prozedura terapeutiko gero eta eraginkorragoen eta substantzia kimikoak esperientzia biologikotik kanpo lortzearen ondorioz.

Giza kromosomen ikerketa hastapenetan dago, eta, horregatik, duela gutxi aztertu ahal izan da ingurumeneko faktoreek haietan duten eragina. 1956a arte, teknika berriek ez zuten aukerarik eman giza zelulen kromosoma kopurua —berrogeita sei— zehatz finkatzeko eta zelulak behar bezainbesteko xehetasunez behatzeko, eta, hala, kromosoma osoak edo kromosomaren parteak bazeuden edo ez zeuden ikusi ahal izateko. Ingurumeneko zerbaitek eragindako kalte genetikoaren kontzeptua bera, osotasunean, nahiko berria da, eta ez dugu oso ondo ulertzen; genetikako adituek dakite horren gainean, baina gutxitan jotzen dugu haiengana aholku eske. Erradiazio-forma ezberdinen arriskua nahiko ongi ulertzen da orain, toki harrigarrietan ukatua izaten jarraitzen duen arren.

Muller doktoreak maiz izan du aukera deitoratzeko jende askok ez dituela onartu nahi izan printzipio genetikoak; ez bakarrik postu politikoetan dauden gobernu-agintariak, bai eta medikuntzako hainbat profesionalak ere.

Herritarren artean, oro har, gutxiri bururatu zaie produktu kimikoek erradiazioaren antzeko papera joka dezaketela, bai eta mediku edo zientzialarien artean ere. Arrazoi horregatik, gai kimikoen rola ez dute ebaluatu oraindik erabilera orokorrean (laborategiko esperimentuetara mugatu dira). Eta biziki garrantzitsua da hori egitea.

Sir Macfarlane ez da izan arrisku potentzial hori kalkulatu duen bakarra. Peter Alexander doktoreak, gai horretan nabarmendu den britainiarra, esan du gai kimiko erradiomimetikoak erradiazioa bera baino «arriskutsuagoak izan daitezkeela». Muller doktoreak, dozenaka

urte genetikaren alorrean lan eginez eskuratutako perspektibarekin, ohartarazi digu hainbat gai kimikok (pestizidek ordezkatzan dituzten taldeak barne) erradiazioak beste areagotu dezaketela mutazioen maiztasuna... Oraindik ez dakigu zenbateraino dauden gure geneak eragin mutageno horien mende ezohiko gai kimikoekin kontaktuan gauden egoera honetan.

Geneen mutazioa eragiten duten gai kimikoen arazoarekiko utzikeria orokor hori, beharbada, etorriko zen aurkitu zituzten lehenengoei interes zientifikoa baino ez zutelako. Nitrogeno-ziapea, azken batean, ez dute ihintzatu airetik populazio osoen gainera; biologo esperimentalek erabiltzen dute, edo medikuek, minbiziaren aurkako terapietan (duela gutxi deskribatu dute kromosoma-kaltetzearen kasu bat horrelako terapia jasotzen ari zen paziente batean). Baina jende askok *izan du* kontaktua intsektizida eta belar-hiltzaileekin.

Nahiz eta gaiari arreta txikia eskaini zaion, posible da pestizida horietako zenbait buruzko berariazko informazioa biltzea, eta ikustea zelulen bizi-prozesuak eragozten dituztela, kromosomei eragindako kalte arinetatik hasi eta geneen mutazioraino, gaiztotasunaren azken muturreraino.

Hainbat belaunalditan DDTaren eraginean jarritako eltxoak ginandromorfo izeneko izaki bitxi bilakatu ziren—parte bat femeninoa eta beste bat maskulinoa dute—.

Zenbait fenolekin tratutako landareek kromosoma-suntsitze sakonak, gene-aldaketak eta mutazio edo «herentzia-aldaketa itzulezin» ikaragarri ugariak izan zituzten. Genetikako esperimentuetan ohikoak izaten diren fruta-euliek ere mutazioak jasan zituzten fenolaren eraginean jarri ondoren; hain mutazio kaltegarriak jasaten dituzte, ezen hilgarri gerta baitakieke herbizida arruntekin edo uretanoarekin kontaktua izatea. Uretanoa karbamato izeneko gai kimikoen taldekoa da; gero eta intsektizida eta nekazaritzarako bestelako produktu gehiago ateratzen dira talde horretatik. Karbamatoetako bi erabiltzen dira biltegiarata daudela patatei ernamuinak ateratzea eragozteko (zatiketa zelularra eteteko ahalmen frogatua dutelako, hain zuzen ere). Haietako bat, hidrazido maleikoa, mutazio-eragile indartsutzat sailkatuta dago.

Hexaklorobentzenoarekin (BHC) edo lindanoarekin tratatutako landareak erabat itxuragabetzen dira, eta tumoreen antzeko protuberantziak ateratzen zaizkie sustraian. Zelulak handitzen zaizkie,

kopuruan bikoiztu diren kromosomekin puztuta. Zatiketa zelularra mekanikoki ezinezko bilakatu arte jarraitzen du bikoizketak.

2,4-D herbizidak ere tumoreen antzeko protuberantziak eragiten dizkie tratatutako landareei. Kromosomak txikitu, loditu eta elkarrekin biltzen dira. Zatiketa zelularra larriki inhibitzen da. Diotenez, ondorioak, oro har, X izpiek eragindakoen antzekoak dira oso.

Baina horiek adibide gutxi batzuk baino ez dira, gehiago ere aipa daitezke. Orain arte ez da azterketa zehatzik egin pestizida horien eragin mutagenoak probatzeko. Lehenago aipatutako datuak zelulen fisiologiari edo genetikari buruzko ikerketen ondorio dira. Biziki premiazkoa da arazoari zuzenean heltzea.

Hala eta guztiz ere, gizakiengan ingurumeneko erradiazioak duen eragin indartsua onartzen duten zientzialari batzuek zalantzan jartzen dute gai kimiko metagenikoek, proposizio praktiko gisa, ondorio bera dutenik. Erradiazioaren barneratze-ahalmen handia aipatzen dute, baina ez dute uste gai kimikoak hozi-zeluletara hel daitezkeenik. Berriro ere gizakiaren gaineko eraginari buruzko azterketen urritasuna da oztopoa. Dena dela, hegaztien eta ugaztunen gonada eta hozi-zeluletan DDT-hondakin ugari aurkitu izanak frogatzen du hidrokarburo kloratuak gorputz osoan zehar hedatzen direla eta, gainera, material genetikoekin kontaktuan izaten direla. Pennsylvaniako Unibertsitateko David E. Davis katedradunak berriki aurkitu du zelulen zatiketa galarazten duen eta minbizi-terapietan erabilera mugatua izan duen gai kimiko indartsu bat erabil daitekeela hegaztiei antzutasuna eragiteko ere. Gai kimikoaren dosi subletalek gonadetako zatiketa zelularra geldiarazten dute. Davisek arrakasta izan zuen landa-probetan. Begi-bistakoa denez, orduan, ez dago oinarri handirik pentsatzeko edo uste izateko organismoren baten gonadak ingurumeneko gai kimikoetatik babesturik daudela.

Kromosoma-anormaltasunaren alorreko azken aurkikuntzak interesgarriak eta esanguratsuak dira oso. 1959an, hainbat ikerketatalde britainiar eta frantsesek aurkitu zuten bakoitzak bere aldetik egindako ikerketen ondorioak bide beretik zihoazela: kromosoma kopuru normalaren alterazioak eragiten ditu gizateriaren gaitzetako batzuk. Ikertzaile haiek aztertutako gaitz eta anormaltasun batzuetan, kopurua ohiz kanpokoa zen. Adibidez: orain badakigu ohiko mongoloide guztiek aparteko kromosoma bat dutela. Inoiz, beste bati atxikita egoten da, eta kromosoma kopuruak normala izaten jarraitzen

du: berrogeita sei. Oro har, ordea, aparteko kromosoma hori bereizirik doa, eta berrogeita zazpigarrena da. Indibiduo horietan, akatsa agertu aurreko belaunaldian egon behar du akatsaren jatorriak.

Mekanismo ezberdina egikaritzen da, antza, Estatu Batuetan eta Britainia Handian, leuzemia mota kroniko bat duten zenbait pazientetan. Odol-zeluletako batzuetan, kromosoma-anormaltasun bat dute beti. Alegia, kromosomaren zati bat galdu dute. Paziente horien azal-zelulek kromosoma-osagarri normala dute. Horrek esan nahi du kromosoma-akatsa ez zela indibiduo horiek sortu zituzten hozi-zeluletan gertatu, baizik eta zelula jakin batzuk (kasu honetan, odol-zelulen aurrekoak) kaltetu direla indibiduoaren bizian zehar. Kromosomaren zati bat galduta, portaera normala izateko «informazioerik» gabe geratu dira, agian, zelula horiek.

Kromosoma-alterazioekin loturiko akatsen zerrenda abiada harrigarrian hazi da alor hau zabaldu eta orain arteko ikerketa medikoen mugetatik kanpo atera zenetik. Batek, Klinefelter-en sindrome izenekoak, kromosoma sexualetako baten bikoiztea dakar. Horren ondorioz, indibiduoak arrak da, baina, bi X kromosoma dituzenez (XY arrak osagarri normalaren ordez, XXY bihurtu da), anormal samarra da. Egoera horrek eragindako antzutasunarekin batera, gehiegizko garaiera eta adimen-akatsak izaten dira. Harekin alderatuta, kromosoma sexual bakarra (XX edo XY izan ordez, XO) jasotzen duen indibiduoak emeak da berez, baina bigarren mailako ezaugarri sexualak falta ditu. Egoera horrekin batera, hainbat akats fisiko (eta zenbait mental, batzuetan) izaten dira, X kromosomak askotariko ezaugarrietarako geneak baitaramatza. Turner-en sindrome deitzen zaio. Bi egoerak deskribatu dituzte medikuntzako testuetan, jatorria ezagutu baino askoz lehenago.

Herrialde askotako ikertzaileek lan itzela egin dute kromosoma-anormaltasunaren inguruan. Wisconsinetako Unibertsitateko talde batek, Klaus Patau doktorearen gidaritzapean, ustez kromosoma zati baten bikoizketatik datozen sortzetiko zenbait anormaltasunetan —adimen-atzeratasuna barne, gehienetan— jarri du arreta. Kasu horietan, itxuraz, hozi-zeluletako bat sortzeko bidean, kromosoma bat hautsi egin da, eta piezak ez dira egoki birbanatu. Ezbehar horrek enbrioia ren garapen normala galarazten du, seguruenik.

Egungo ezagutzaren arabera, kromosoma gehigarri oso bat

izatea hilgarria da gehienetan, eta enbrioiak bizirik irautea eragozten du. Dakigula, horrelako hiru egoera baino ez dira bideragarriak; horietako bat, jakina, mongolismoa da. Bestalde, aparteko zati atxiki bat izatea, oso kaltegarria den arren, ez da hilgarria, halabeharrez. Wisconsineko ikertzaileen arabera, gainera, egoera horrek zerikusia izan dezake orain arte azalpenik izan ez duten kasuetako askorekin, zeinetan hurrek hainbat akats baitituzte jaiotzean —adimen-atzerapena barne, gehienetan—.

Ikerketa-alor hori oso berria da. Oraintsu arte, zientzialariak kezkatuago egon dira gaitzarekin eta garapen akastunarekin loturiko kromosoma-anormaltasuna identifikatzearekin jatorriei buruz espekulatzearekin baino. Ergelkeria litzateke pentsatzea agente bakar batek eragiten duela kromosomak kaltetzea edo haiek behar ez bezala jokatzeko zatiketa zelularrean. Baina kromosomei zuzenean eraso egin eta horrelako anormaltasunak eragiteko ahalmena duten gai kimikoekin betetzen ari gara ingurumena, eta horri entzungo egin al diezaiokegu? Ez al da oso prezio garestia ernamuinik gabeko patatengatik edo eltxorik gabeko patio batengatik ordaintzeko?

Nahi izanez gero, txikiagotu dezakegu gure herentzia genetikoarentzako mehatxua; bi mila milioi urte inguruko bilakaeran eta protoplasma bizidunaren hautespenean zehar jaso dugu ondasun hori, eta, oraingoz gurea den arren, ondorengo belaunaldiei pasatu beharko diegu. Ezer gutxi egiten ari gara orain haren osotasuna babesteko. Gai kimikoen fabrikatzaileak legez behartuta daude materialen toxikotasuna ikertzera, baina ez dute zertan frogatu eragin genetikoaren modu fidagarrian, eta ez dute egiten.

14. kapitulua

Lautik bat

Izaki bizidunek aspaldi hasi zuten minbiziaren aurkako bataila, eta atzean geratu da guda horren jatorria. Baina ingurune natural batean hasiko zen, eta, ingurune horretan, jatorria eguzkian, ekaitzetan eta Lurraren antzinako izaeran zuten eraginen mende egongo zen izaki bizidun oro, onerako edo txarrerako. Ingurune horretako elementu batzuek arriskuak sorraraziko zituzten, eta biziak ez zuen beste aukerarik izango: haietara egokitu ala hil. Eguzki-argiaren erradiazio ultramoreak kalteak eragin zitzakeen. Berdin egin zezaketen zenbait arrokkaren erradiazioek eta jakiak edo ura kutsatzeko lurzorutik edo arroketatik lokabetutako artsenikoak.

Kontrako elementu horiek bazituen inguruneak bizirik izan aurretik ere; halere, bizia sortu zen, eta, milioika urteren buruan, ugaritasun eta aniztasun amaigabea ditu. Eon patxadatsuetan zehar —halakoa da naturaren denbora— indar suntsitzailleetara egokitzea lortu zuen biziak, eta moldakaitzenak kanpoan utzi zituen hautespenak; indartsuenek soilik iraun zuten bizirik. Minbizi-eragile natural haiek gaiztotasun-faktore izaten jarraitzen dute; dena den, gutxi dira, eta bizia hasieratik egokitu da horiek eta beste batzuek osatzen duten antzinako indar multzora.

Gizakiaren etorrerarekin, egoera aldatzen hasi zen; izan ere, gizakiak, gainerako beste bizi-formek ez bezala, minbizia eragiten duten substantziak, medikuntzan kartzinogeno deritzenak, *sor* ditzake. Gizakiak ekoitzitako kartzinogeno batzuk ingurunearen parte izan dira mendeetan. Haietako bat kedarra da, eta hidrokarburo usaintsuak ditu. Industria-aroa etorri zenean, etengabeko aldaketa gero eta azkarragoak jasaten zituen toki bilakatu zen mundua. Ingurune naturala, ordea, azkar ordeztu zuen eragile kimikoz eta fisikoz osaturiko ingurune artifizial batek, eta eragile haietako askok aldaketa biologikoa eragiteko ahalmen

handia zuten. Gizakiak ez du babesik bere jarduerak sortu dituen kartzinogeno horien aurka, haren herentzia biologikoa mantso garatzen baita eta, beraz, mantso egokitzen baita egoera berrira. Ondorioz, substantzia indartsu horiek aise zeharkatu ditzakete gorputzaren defentsa desegokiak.

Minbiziaren historia luzea da, baina gure ezaguera poliki heldu da hura eragiten duten agenteak identifikatzera. Londresko mediku bati otu zitzaion, lehen aldiz, kanpoko edo inguruneko agenteek aldaketa gaiztoak eragin zitzaketela; duela ia bi mende izan zen hori. Kedarkentzaileen artean, oso ohikoa zen eskrotoko minbizia, eta Sir Percival Pottek 1775ean adierazi zuen bazitekeela gorputzean metatutako kedarrak eragitea. Ezin izan zuen aurkeztu gaur eskatuko geniokoen «froga», baina egungo ikerketa-metodoek isolatu dute kedarraren gai kimiko hilgarria, eta egiaztatu dute zuzena zela haren intuizioa.

Potten aurkikuntzaren ondoren, mende batez edo gehiagoz, ezer gutxi gehiago egin da, antza, giza inguruneko gai kimikoetako batzuek, azalarekiko kontaktu sarrien bidez, inhalazioz edo irentsiz, minbizia eragin zezaketen ikertzeko. Egia esan, jakina zen azaleko minbizia maiz agertzen zela Cornwell eta Galeseko kobre- eta eztaingaldategietako artseniko-keen eraginpean aritutako langileen artean. Eta ohartu ziren Saxoniako kobalto-meategietako eta Joachimsthaleko (Bohemia) uranio-meategietako langileek biriketako gaitz bat zutela; gerora jakin zuten minbizia zela. Baina fenomeno horiek industria-aroaren aurrekoak ziren, izaki bizidun ia ororen ingurunea inbadituko zuten produktuen industria jaio aurrekoak.

Industria-aroari egotz dakizkiokeen gaiztotasunak hemeretzigarren mendearen azken laurdenean identifikatu zituzten lehenengo aldiz. Pasteurrek gaitz infekzioso askoren jatorri mikrobiarra frogatu zuen garai bertsuan, beste batzuek minbiziaren jatorri kimikoa aurkitu zuten: larruazaleko minbizia, Saxoniako lignito-industria berrian eta Eskoziako eskisto-industrian; eta mundrunaren eta brearen eraginpean aritu izanak eragindako beste minbizi batzuk. Hemeretzigarren mendearen amaierarako, hamabi bat kartzinogeno industrial ezagutzen ziren; hogeigarren mendean, minbizi-eragile kimiko ugari sortu ziren, eta populazioa haiekin kontaktuan jarri zen. Bi mende baino gutxiago pasatu dira Potten lanaz geroztik, eta ingurunearen egoera erabat aldatu da.

Gai kimiko arriskutsuekiko esposizioak ez dira lanbidekoak bakarrik; gu guztion ingurunean ezarri dira, baita oraindik jaio ez diren haurren ingurunean ere. Ez da batere harritzekoa, beraz, orain jabetzea gaixotasun gaiztoen hazkunde asaldagarriaz.

Hazkundera bera ez da iritzi subjektiboen ondorio hutsa. Bizi Estatistiken Bulegoak 1959ko uztailean atera zuen hileko txostenak adierazi zuen tumore gaiztoek —ehun linfatikoa eta odola eratzen dituzten ehunetakoak barne— heriotzen ehuneko hamabost eragin zituztela 1958an; 1900ean, ehuneko lau. Gaitzaren eragina ikusita, Amerikako Minbiziaren Elkartek irizten dio orain bizi diren 45 milioi estatubatuarrek minbizia garatzeko arriskua dutela. Horrek esan nahi du gaixotasun gaizto horrek hiru familiatik bi joko dituela.

Haurrei dagokienez, egoera askoz kezagarriagoa da oraindik. Duela mende-laurden bat, minbizia bitxitasuna zen haurretan. *Gaur egun, eskola-ume gehiago hiltzen ditu minbiziak beste edozein gaitzek baino*. Egoera oso larria da, eta, Bostonen, minbizia duten haurrak baino tratatzen ez dituen Estatu Batuetako lehenengo ospitalea jarri dute. Batetik hamalau urtera bitarteko haurren heriotzen ehuneko hamabi minbiziak eragiten ditu. Tumore gaizto asko aurkitzen dituzte klinikoki bost urtetik beherako haurren artean, baina bada datu tristeago bat: horietako asko hor zeuden jaiotzean edo jaio aurretik. Minbiziaren Institutu Nazionaleko doktore W.C. Hueper-ek —ospe handia du ingurune-minbizian— iradoki du litekeena dela sortzetiko minbiziak eta haurren minbiziak zerikusia izatea agente minbizi-eragileen jarduerarekin; haurdunaldian ama agente horien eraginpean egonez gero, plazentan barneratzen dira, eta fetu-ehunen garapen azkarrean eragiten dute. Esperimentuek erakusten dutenez, animalia zenbat eta gazteagoa izan, orduan eta aukera handiagoa du agente minbizi-eragileen eraginpean minbizia garatzeko. Floridako Unibertsitateko Francis Ray doktoreak ohartarazi zuenez, beharbada, gaurko haurrei minbizia eragiten ari gara jakiei gai kimikoak gehituz... Ez dugu berehala jakingo zer eragin izango duten, belaunaldi bat edo bi igaro arte ez behintzat.

Hemen dagokigun arazoa da natura kontrolatzeko ahaleginean erabiltzen ditugun gai kimiko horietako batzuek zerikusi zuzena edo zeharkakoa ote duten minbiziaren jatorrian. Animaliekin eginiko esperimentuetatik eskuratutako ebidentziei dagokienez, ikusiko dugu

pestizidetako bost edo agian sei kartzinogenotzat sailkatu behar ditugula dudarik gabe. Zerrenda asko luzatzen da mediku batzuen iritziz gizakiari leuzemia eragiten dioten substantziak gehitzen baditugu. Kasu honetan, ebidentzia zirkunstantziala da, eta, gizakiekin esperimentatzen ez dugunez, hala behar du, baina izugarria da nolanahi ere. Oraindik ere beste pestizida batzuk gehi daitezke ehun bizidunetan edo zeluletan duten eraginagatik gaiztotasunaren zeharkako kausatzat har ditzakegun haiek aintzat hartuz gero.

Minbiziarekin loturiko aurreneko pestizidetako bat artsenikoa da; sodio artsenitoan aurkitzen da, belar-hiltzaile gisa, eta kaltzio artsenitoan eta beste zenbait konposatutan, intsektizida gisa. Arsenikoaren eta minbiziaren arteko lotura historikoa da gizakien eta animalien kasuan. Arsenikoaren eraginpean jarri izanaren ondorioen adibide erakargarri bat deskribatzen du Hueper doktoreak *Occupational Tumors* monografia klasikoan. Reichenstein hirian (Silesia), ia mila urtez ustiatu zituzten urre- eta zilar-meak, eta ehunka urtez artseniko-meak. Mendeetan zehar, meategien inguruetan pilatutako artseniko-hondakinak biltzen zituzten mendietan behera zetozen errekek. Lurrazpiko urak ere kutsatu ziren, eta artsenikoa edateko uretara iritsi zen. Hainbat mendetan, eskualde horretako biztanle askok «Reichensteineko gaitz» izenez ezagutu zen hura jasan zuten; alegia, artsenizismo kronikoa eta, horrekin batera, gibeledo, larruazaleko, urdail-hesteetako eta nerbio-sistemako gaixotasunak. Tumore gaiztoak agertu ohi ziren gaitzarekin batera. Reichensteineko gaitzak interes historikoa du orain, duela mende-laurden bat ur-hornidura berriak jarri baitzituzten eta artsenikoa erabat ezabatu baitzuten handik. Argentinako Córdoba probintzian, ordea, artsenikoak eragindako pozoitze kronikoa eta azaleko minbizia endemikoak dira, artsenikoa duten arroka-formazioetatik datorren edateko ura kutsatuta baitago.

Ez litzateke zaila izango Reinchensteineko eta Córdobaeko egoeren antzekoak sortzea artsenikozko intsektiziden erabilera luze eta jarraituaren bidez. Estatu Batuetan, artsenikoz blaitutako tabako-sailek, ipar-mendebaldeko baratze askok eta ekialdeko ahabia-sailek aise kutsa ditzakete ur-hornidurak.

Artsenikoz kutsatutako inguruneak ez dio eragiten gizakiari soilik, bai eta animaliei ere. Txosten oso interesgarri bat iritsi zen Alemaniatik 1936an. Freiberg inguruan, Saxonian, zilarra eta beruna

urtzeko labeek artseniko-gasak isurtzen zituzten airera, eta, noraezean inguruko landen gainetik ibili ondoren, landareetan pausatzen ziren. Hueper doktorearen arabera, zaldi, behi eta txerriek —landare haietatik jaten zuten, jakina— ilea galdu zuten, eta larruazala loditu zitzairen. Inguruko basoetan bizi ziren oreinek pigmentu-orban anormalak eta minbiziaurreko garatxoak zituzten. Batek minbizi-lesioa zuen, zalantzarik gabe. Bai etxe-abereek eta bai basabereek «artsenikoak eragindako enteritisa, ultzera gastrikoak eta gibleko zirrosia» zituzten. Labeetatik gertu ibiltzen ziren ardiek sudur-sinuetako minbizia zuten, eta, hil zirenean, artsenikoa aurkitu zuten haien garunean, giblean eta tumoreetan. Eremu hartan, halaber, intsektu ugari hil ziren, erleak bereziki. Hostoetatik artseniko-hautsa garbitu eta hauts hura lats eta putzuetako uretaraino eraman zuten euri-zaparraden ondoren, arrain asko eta asko hil ziren.

Pestizida organiko berrien taldeko kartzinogeno bat erabiltzen da, adibidez, akaroen eta akainen aurka. Hedatuki erabiltzen den gai kimiko horren historiak frogatzen du gerta litekeela jendea kartzinogeno ezagun baten eraginpean urteetan egotea, legeriak ustez babesten duen arren, lege-prozedura geldoak egoera kontrolpean jarri baino lehen. Historia interesgarria da beste ikuspuntu batetik; izan ere, erakusten du gaur jendeari «segurutzat» hartzeko eskatzen zaiona bihar biziki arriskutsu bihur daitekeela.

Gai kimiko hori 1955ean sartu zenean, fabrikatzaileak eskatu zuen onar zezatela ihinztaturiko uztetan hondakin txikiak izatea. Legeak eskatu bezala, gai kimikoa laborategiko animaliekin probatu zuen, eta aplikazioaren ondorioak aurkeztu zituen. Dena den, substantziak minbizia eragiteko joera balu bezala interpretatu zituzten probak Elikagaien eta Drogen Administrazioako zientzialariek, eta komisarioak «zero tolerantzia» gomendatu zuen; horrek esan nahi zuen estatuko mugetatik at bidalitako elikagaiek, legez, ezin zutela hondakinik izan. Baina fabrikatzaileak apelatzeko eskubidea zuen, eta, ondorioz, batzorde batek berriz aztertu zuen kasua. Batzordearen erabakia akordio bat izan zen: 1 ppm-ko tolerantzia ezarri zioten, eta produktua bi urtez merkaturatzeko baimena eman zuten; denbora horretan egingo ziren laborategi-saioek zehaztuko zuten gai kimikoa benetan kartzinogenoa ote zen.

Batzordeak zehazki hala esan ez bazuen ere, hartutako erabaki horrek esan nahi zuen jendea akuri gisa erabiliko zutela, laborategiko

zakur eta arratoiekin batera, ustezko kartzinogeno hura testatzeko. Baina laborategiko animalien emaitzak azkarrago iritsi ziren, eta, bi urte horien buruan, begi-bistakoa zen substantzia hura kartzinogenoa zela. Hala eta guztiz ere, 1957an, Elikagaien eta Drogen Administrazioak ezin izan zuen tolerantzia hura —jendeak kartzinogeno ezagun baten hondakinekin kutsatutako jakiak har zitzen baimentzen zuena— berehala indargabetu. Beste urtebete behar izan zen hainbat lege-prozedura burutzeko. Azkenik, 1958ko abenduan ezarri zen komisarioak 1955ean gomendatu zuen zero tolerantzia.

Baina horiek ez dira, ezta gutxiago ere, pestiziden artean dauden kartzinogeno bakarrak. Animaliekin eginiko laborategi-saiotetan, DDTak gibleko tumore susmagarriak eragin ditu. Tumore horiek aurkitu zituzten Elikagaien eta Drogen Administraziooko zientzialariek ez zekiten ongi haiek nola sailkatu, baina iruditzen zitzaien «arrazoirik bazegoela zelula hepatikoen kartzinoma arintzat hartzeko». Hueper doktoreak, orain, «kartzinogeno kimiko»tzat hartzen du DDTa, zalantzarik gabe.

Aurkitu dute karbamatoen taldeko bi herbizidak —IPCak eta CIPCak— badutela zerikusia saguei eragindako larruazal-tumoreekin. Tumoreetako batzuk gaiztoak ziren. Badirudi gai kimiko horiek hasiera ematen diotela aldaketa gaiztoari, eta ingurunean nagusi diren beste gai kimiko batzuek osatzen dutela aldaketa hori.

Aminotriazol belar-hiltzaileak tiroide-minbizia eragin die probetan erabilitako animaliei. Gai kimiko hori oker erabili zuten ahabia-hazle askok 1959an, eta hondakinak utzi zituzten merkatu-ratutako baietako batzuetan. Elikagaien eta Drogen Administrazioak konfiskatutako ahabia kutsatuen atzetik etorri zen polemikan, zalantzan jarri zuten askok, mediku asko ere baziren tartean, gai kimikoa minbizi-eragilea ote zen. Elikagaien eta Drogen Administrazioak argitaratutako datu zientifikoek argi erakusten zuten aminotriazolaren izaera kartzinogenoa laborategiko arratoietan. Edateko uretan gai kimiko horren 100 pmm jarri zieten (hamar mila koilaratxokada uretan, koilaratxokada bat gai kimiko), animalia horiek tiroide-tumoreak garatzen hasi ziren 68 asteren buruan. Handik bi urtera, aztertutako arratoien erdiek baino gehiagok zituzten horrelako tumoreak. Askotariko tumore onbera eta gaiztotzat diagnostikatu zituzten. Era berean, tumoreak agertu ziren elikatzeko dosi txikiagoak erabil ondoren;

berez, *ez zuten aurkitu eraginik sortu ez zuen mailarik*. Inork ez daki, noski, gizakiarentzat zer aminotriazol-maila den kartzinogenoa, baina, Harvardeko Unibertsitateko medikuntza-irakasle David Rutsteinek adierazi zuen bezala, gizakiarentzat aldi berean mesedegarria eta kaltegarria den puntu horretan dago.

Orain arte, ez da pasatu nahikoa denbora hidrokarburo kloratuzko intsektizida berrien eta egungo herbiziden azken ondorioak agerian jartzeko. Gaiztotasun gehienak hain mantso garatzen dira, ezen biktimaren bizitzaren parte handi samarra behar baita sintoma klinikoak agerikoak izan daitezen. 1920ko hamarkadaren hasieran, erloju-esferetan irudi argidunak marrazten zituzten emakume batzuek radio kantitate ñimiñoak xurgatzen zituzten ezpaineekin pintzela ukitzean; emakume horietako batzuek hezurretako minbizia zuten 15 urte edo gehiago pasatu ondoren. Frogatuta dagoenez, 15-30 urte edo gehiago behar dira kartzinogeno kimikoekin kontaktuan lanean aritutakoei minbizia agertzeko.

Zenbait kartzinogenorekiko esposizio industrial horiek alde batera utzita, lehenengo DDT-esposizioak 1942 ingurukoak dira militarren artean; zibiletan, berriz, 1954 ingurukoak dira, eta berrogeita hamarreko hamarraldiaren hasiera arte ez ziren hasi pestizida kimikoetako asko erabiltzen. Gai kimiko horiek ereindako edozein gaiztotasun-haziren heldutasun osoa iristear dago oraindik.

Badago, hala ere, gaiztotasun gehien kasuan ohikoa den sortasun-aldi luzeari dagokion salbuespen bat, egun ezaguna dena; leuzemia, alegia. Hiroshimatik bizirik irten zirenetako batzuek leuzemia zuten bonbardaketa atomikotik hiru urtera, eta egun badaude arrazoiak pentsatzeko sortasun-aldia laburragoa ere izan daitekeela. Baliteke denbora pasatu ahala aurkitzea bestelako minbizi batzuek ere sortasun-aldi txiki samarrak dituztela, baina, une honetan, leuzemia da, antza, garapen oso geldoaren arau orokorraren salbuespena.

Pestizida modernoan gorakada-aldian leuzemiaren eraginak gora egin du etengabe. Bizi Estatistiken Bulego Nazionaletik eskuratu daitezkeen zenbakiak agerian uzten dute odola eratzen duten ehunen gaixotasun gaiztoen gorakada kezkarria. 1960an, leuzemiak bakarrik 12.290 biktima harrapatu zituen. Odol- eta linfa-gaiztotasun mota guztiek eragindako heriotzak 25.400 izan ziren guztira; asko hazi zen kopurua 1950etik, 16.690 hil baitziren orduan. Heriotza-tasa 100.000

biztanleko 11,1 izan zen 1950ean, eta 14,1 izatera igo zen 1960an. Hazkundea ez da mugatzen Estatu Batuetara, ezta gutxiago ere; herrialde guztietan, leuzemiak edozein adinetan eragindako heriotzadatuak ehuneko 4-5 igotzen dira urtean. Zer esan nahi du horrek? Gure inguruneke zer agente berriren eraginpean dago jarrita orain jendea gero eta maiztasun handiagoarekin?

Odola eratzen duten organoetako gaitzen ehunka biktima ingresatzen dituzte Mayo Clinic-en eta haren antzeko toki famatuetan. Mayo Cliniceko Hematologia Saileko Malcolm Hargraves doktorearen eta haren lankideen hitzetan, ia salbuespenik gabe, paziente horiek zenbait gai toxikoren eraginpean egon izan dira; besteak beste, DDTa, klordanoa, bentzenoa, lindanoa eta petrolioaren deribatuak zituzten sprayen eraginpean.

Zenbait gai toxikoren erabilerarekin zerikusia duten ingurune-gaixotasunek gora egin dute «azken hamar urteetan bereziki», deritzo Hargraves doktoreak. Duen eskarmentu kliniko handian oinarrituta, uste du odol-diskrasiak eta linfa-gaitzak dituzten paziente gehienak izan direla zenbait hidrokarburoen eraginpean; hidrokarburo horien artean daude gaurko pestizida gehienak. Historia mediko arduratsuek ia beti ezartzen dute horrelako loturaren bat.

Leuzemia, anemia aplastikoa, Hodgkinen gaitza eta odoleko edo odola eratzen duen ehuneko beste gaixotasunen bat zuten pazienteen historia zehaztu ugari ditu espezialista horrek. «Guztiak egon dira inguruneke agente horien eraginpean, eta ez dira esposizio txikiak izan, gainera».

Zer erakusten dute historia horiek? Armiamak gorroto zituen etxekoandre bati buruzkoa zen bat. Abuztu-erdialdean, sotora jaitsi zen DDTa eta petrolioaren deribatuak zituen aerosol-spray batekin. Soto osoa ihintzatu zuen gogotik: eskailera-azpiak, fruta gordetzeko armairuak eta sabaiaren eta habeen inguruko gordeleku guztiak. Ihintzatzen amaitu zuenean, ondoezik jartzen hasi zen: goragalea eta sekulako larritasuna eta urduritasuna zituen. Dena den, handik egun gutxira hobeto zegoen, eta, izandako arazoen jatorriaren susmorik ez zuenez, antza, prozedura osoa errepikatu zuen irailean, eta bi ihintzadura-ziklo gehiago osatu zituen; gaixotu, denboraldi batez suspertu eta berriro ihintzatu zuen. Aerosola erabili zuen hirugarren aldiaren ondoren, beste sintoma batzuk zituen: sukarra, artikulazioetako mina eta ondoeza, eta flebitis

akutua zango batean. Hargraves doktoreak aztertu zuenean, leuzemia akutua aurkitu zion. Hurrengo hilean hil zen.

Hargraves doktorearen beste paziente bat profesionala zen, eta labezomorroz jositako eraikin zahar batean zuen bulegoa. Intsektu horien presentziarekin lotsaturik, kontrol-neurriak hartu zituen bere kabuz. Ia igande oso bat eman zuen sotoa eta eremu isolatu guztiak ihinzatzen. Ehuneko hogeita bost DDTa zuen kontzentratu bat ihinzatu zuen, metil naftalenoa zuen disoluzio batean esekita. Handik gutxira, ubeldurak eta odol-jarioak zituen. Zenbait hemorragia zituela ingresatu zuten klinikan. Odol-analisiek erakutsi zuten anemia aplastiko izeneko depresio larria zuela hezur-muinean. Hurrengo bost hilabete eta erdian, 59 transfusio egin zizkieten, bestelako terapia batzuekin batera. Suspertu zen, neurri batean, baina, bederatzi bat urte geroago, leuzemia larria izan zuen.

Pestizidak tartean daudenean, gai kimiko hauek agertzen dira gehien historia horietan: DDTa, lindanoa, hexaklorobentzenoa, nitrofenolak, paradiklorobentzenoa (sitsaren aurkako bolatxo arruntak), klordanoa eta, jakina, horiek guztiak disolbatzeko erabiltzen diren gaiak. Medikuek horrek nabarmentzen duen bezala, gai kimiko bakarrarekiko esposizio soila salbuespena da, eta ez joera nagusia. Merkatuan dauden produktuak gai kimiko askoren konbinazioak izan ohi dira; petrolioaren deribatu batean esekiak, agente sakabanatzailearen batekin. Ibilgailuetako hidrokarburo usaintsu, zikliko eta ez-saturatuak berak faktore garrantzitsuak izan daitezke odola eratzen duten organoak kaltetzeari dagokionez. Ikuspegi praktikotik, eta ez medikotik, bereizketa horrek ez du garrantzi handirik, dena den; izan ere, petrolio-disolbatzaile horiek ihinzatze-praktika arruntenen parte banaezinak dira.

Estatu Batuetako eta beste herrialde batzuetako literatura medikoak bildutako kasu adierazgarri ugari bat egiten dute Hargravesen iritziarekin; haren ustez, kausa-ondorio lotura dago gai kimiko horien eta leuzemiaren eta odoleko beste gaitz batzuen artean. Jende arruntari buruzkoak dira kasu horiek: bere ihinztigailuen edo hegazkinen euri erradiaktiboan harrapatutakonekazarria, inurrien kontraikasgelai ihinzatu eta gero ikastera gelara itzuli zen ikaslea, etxean lindano-lainoztigailu eramangarria jarri zuen emakumea, klordanoarekin eta toxafenoarekin ihinzatu zituzten kotoi-soroetako langilea... Terminologia medikoaren

artean erdi ezkutaturik, gizon-emakumeen zorigaitzei buruzko historiak ageri dira, hiri berean bizi eta beti elkarrekin jolastu eta lan egin zuten Txekoslovakiako bi lehengusu gazte haiena bezalakoak. Haien azken lanbidea eta zorigaiztokoena etxalde-kooperatiba batekoa izan zen; intsektizida-zakuak (hexaklorobentzenoa) deskargatu behar izaten zituzten. Zortzi hilabete geroago, mutikoetako bat leuzemia akutua izan zuen. Bederatzi egunen buruan hil zen. Gutxi gorabehera garai hartan, lehengusua aise nekatzen hasi zen, eta sukarra zuen. Hiru hilabetearen, sintomak larriagotu egin zitzaizkion, eta hura ere ospitaleratu egin zuten. Bigarrenaren diagnosia ere leuzemia izan zen, eta gaitzak bere bide hilgarria egin zuen ezinbestean, berriz ere.

Gero, nekazari suediarren kasua dator; *Lucky Dragon* atunketariko Kuboyama arrantzale japoniarren kasuaren kutsua du. Kuboyama bezala, nekazari suediarra gizon osasuntsua izan zen, eta soroetatik ateratzen zuen bizimodua, Kuboyamak itsasotik ateratzen zuen bezala. Zerutik eroritako pozoia ekarri zien heriotza-zigorra bi gizoni. Batentzat, erradiazioak pozoitutako errautsa izan zen zigortzailea; bestearentzat, hauts kimikoa. Nekazariak DDTa eta hexaklorobentzenoa zituen hauts batekin tratatu zituen 60 bat akre soro. Lanean ari zela, haize-boladatxoek hauts-lainotxoak ekartzen zizkieten zurrumbiloan ingurura.

«Ilunabarrean, ohi baino nekatuago zegoen, eta, hurrengo egunetan, ahuleziak jota zebilen, bizkarreko eta zangoetako minez. Hotzikarak zituen, gainera, eta oheratu egin behar izan zuen», dio Lundeko Klinika Medikoko txosten batek. «Dena dela, egoerak okerrera egin zuen, eta maiatzaren 19an [ihinztatu eta handik astebetera] herriko ospitalean sar zezaten eskatu zuen».

Sukar altua zuen, eta haren odolaren hemograma anormala zen. Klinika Medikora eramane zuten, eta, han, bi hilabete eta erdiz gaixo egon ondoren, hil egin zen. Hil ondoren egindako azterketak agerian utzi zuen hezur-muina erabat suntsitua zuela.

Zatiketa zelularra bezalako ohiko eta beharrezko prozesu bat nolatan alda daiteke modu arrotz eta suntsitzaile horretan? Zientzialari ugariaren arreta eta sekulako dirutzak erakarri ditu arazo horrek. Zer gertatzen da zelulan zatiketa ordenatu hori minbiziaren ugaltze basati eta kontrolik gabea bihurtzeko?

Erantzunak, aurkitutakoan, askotarikoak izango dira, dudarik gabe. Hain zuzen ere, minbizia bera itxura ezberdinak hartzen dituen gaitza da, eta, jatorriari, bilakaerari eta hazkuntzan edo erregresioan eragiten duten faktoreei dagokienez, forma ezberdinetan agertzen zaigu; hortaz, kausek ere askotarikoak izan behar dute. Alabaina, haien guztien azpian, agian, zelulari eragindako oinarritzko kalte gutxi batzuk soilik daude. Hemen eta han, zabal banatutako eta batzuetan minbizia aztertzeko asmorik gabe hasitako ikerketetan ikusten ditugu egunen batean arazo hau guztiz argizatutako duten lehenengo argi-izpiak.

Berririo ere, egiaztatzen dugu bizi unitate txikienetako batzuei —zelulak eta kromosomak— begiratuta soilik aurkitu dezakegula horrelako misterioak argitzeko behar den ikuspegi zabala. Hemen, mikrokosmos honetan, bilatu behar ditugu zelularen funtzionamendu txundigarriaren mekanismoak ohiko eredutik at nolabait desbideratzen dituzten faktoreak.

Minbizi-zelulen jatorriari buruzko teoria zirrargarrienetako bat biokimikari alemaniar batek garatu zuen, Max Planck Zelularen Fisiologiaren Institutuko katedradun Otto Warbugek, hain zuzen ere. Zelula barruko oxidazio-prozesu konplexuak ikertzen eman zuen bizitza Warbugek. Haren ezaguera zabaletik dator zelula normalek gaizto bilakatzeko egiten duten bidearen azalpen argi eta liluragarria.

Warburgen iritiz, erradiazioak edo kartzinogeno kimikoek zelulen arnasketa normala suntsitzen dute, eta, hala, energiarik gabe uzten dituzte. Sarri errepikatutako dosi ñimiñoetatik etor daiteke eragin hori. Ondorioa, behin gauzatuta, itzulezina izan liteke. Arnasketa pozoitze horren inpaktuaren ondorioz berehala hil ez diren zelulak energia-galera konpentsatzeko borrokatzen dira. Ezin dute jarraitu ziklo eraginkor eta berezi hori egikaritzen, non ATP kantitate itzelak ekoizten baitituzte; atzera egiten dute, metodo primitibo eta eraginkortasun askoz txikiagoko batera: hartzidura. Hartziduraz bizirik irauteko borrokak denboraldi luze batez jarraitzen du. Zatiketa zelularrean aurrera jarraitzen du, eta, modu horretan, ondorengo zelula guztiek ezohiko arnasketa-metodo hori dute. Behin ohiko arnasketa galduta, zelulak ezin du berreskuratu, ez urtebetez ez hamarraldi batean, ez eta dozenaka hamarralditan ere. Baina, pixkanaka, galdutako energia hori berreskuratzeko borroka penagarri horretan, bizirik dirauten zelula horiek konpentsatzen hasten dira hartzidura areagotuz. Borroka

Darwinista da, eta egokienak edo moldakorrenak soilik irauten du bizirik. Azkenean lortzen dute hartziduraren bidez arnasketaren bidez beste energia ekoiztea. Orduan, esan daiteke minbizi-zelulak gorputzeko zelula arruntetatik sortu direla.

Warburgen teoriak beste kontu nahasgarri asko argitzen ditu. Minbizi gehienek sortasun-aldi luzea izaten dute; arnasketari eragindako lehenbiziko kaltearen ondoren hartzidura gutxika-gutxika areagotzen den bitartean zelula-zatiketa infinituak behar duen denbora, alegia. Hartzidura nagusitzeko behar den denbora aldatu egiten da espeziaren arabera, hartzidura-tasak ezberdinak baitira: laburra da arratoietan, non minbizia azkar agertzen baita; eta luzea (hamarkadak kasu batzuetan), gizakien kasuan, non gaiztotasunaren bilakaera prozesu baratza baita.

Warburgen teoriak, era berean, argitzen du zenbait egoeratan zergatik diren arriskutsuagoak kartzinogeno-dosi txiki sarriak dosi luze bakar bat baino. Azken horrek zelulak berehala hil ditzake; dosi txikiak, aldiz, bizirik uzten ditu batzuk, kaltetuta bada ere. Bizirik dira horiek minbizi-zelula bihur daitezke orduan. Horregatik ez dago kartzinogeno-dosi «segururik».

Warburgen teorian, halaber, bestela ulergaitza litzatekeen jazoera baten argibideak aurkitzen ditugu: gerta liteke agente batek minbizia eragitea eta agente bera baliatzea minbizia tratatzeko. Guztiok dakigun bezala, halaxe gertatzen da erradiazioaren kasuan: minbizi-zelula akabatzen du, baina, era berean, minbizia eragin dezake. Gauza bera gertatzen da orain minbiziaren aurka erabiltzen diren gai kimiko batzuen kasuan. Zergatik? Agente batek eta besteak arnasketa kaltetzen dute. Minbizi-zelulek arnasketa akastuna dute dagoeneko; hortaz, kalte gehiago eraginda, hil egiten dira. Zelula normalak, arnasketa-kaltea lehenengo aldiz jasan dutenez, ez dira hiltzen, baina gaiztotasuna eragiteko moduan daude.

Warburgen ideiak 1953an berretsi zituzten. Orduan, beste ikertzaile batzuek zelula normalak minbizi-zelula bihurtu zituzten epe luzeetan aldizka oxigenorik gabe utzita. Gero, 1961an, beste berrespen bat etorri zen; orduko hartan, animalietan, ehun kultibatuetan izan ordez. Trazadore erradiaktiboen substantziak injektatu zizkieten sagu minbizidunei. Gero, arnasketaren neurketa arretatsuen bidez, aurkitu zuten hartzidura-ratioa normaletik gorakoa zela nabarmen, Warburgekin aurreikusi bezala, hain justu ere.

Warburgekin ezarritako estandarrekin neurtuz gero, pestizida gehienek betetzen dute kartzinogeno perfektuaren irizpidea —ondoegi, lasaitzeko—. Aurreko kapituluan ikusi dugun bezala, hidrokarburo kloratuetako askok, fenolek eta herbizida batzuek oxidazioa eta energia-ekoiztea galarazten dute zelularen barruan. Modu horretara, minbizi-zelula lokartuak sor ditzakete. Zelula horietan, gaiztotasun itzulezina luzaroan egongo da lozorrotuta eta detektatu gabe, azkenean minbizi identifikagarri gisa azaleratzen den arte; ordurako, ez dugu gogoan izango jatorria, edo susmagaitza izango da.

Kromosomen bidez ere etor liteke minbizia. Alor honetako ikertzaile ospetsuenetako askok mesfidantzaz begiratzen diote kromosomak kaltetzen dituen, zatiketa zelularra galarazten duen edo mutazioak eragiten dituen edozein agenterik. Ikertzaile horien ikuspegitik, minbizi-sortzaile potentziala da edozein mutazio. Mutazioen inguruko eztabaidak hozi-zeluletakoei buruzkoak izaten ohi diren arren —ondorioak hurrengo belaunaldietan nabaritu daitezke—, gorputz-zeluletan ere gerta daitezke mutazioak. Minbiziaren jatorritzat mutazioa duen teoriaren arabera, zelulek, agian erradiazioaren edo gai kimikoren baten eraginpean, zenbait mutazio garatzen ditu zatiketa zelularren gain gorputzak dituen kontrolei ihes egiteko. Gai da, beraz, modu basati eta kontrolik gabean ugaltzeko. Zatiketa horietatik datozen zelula berriek kontrolari ihes egiteko gaitasun bera dute, eta, nahikoa denborarekin, pilatu egiten dira minbizia eratzeko.

Beste ikertzaile batzuen iritziz, minbizi-ehuneko kromosomak ezegonkorrak dira; hausteko edo kaltetzeko joera dute, kopuru desberdinak izan daitezke, eta sorta bikoitzak ere izan daitezke.

Gaiztotasunerainoko bide osoa eginez kromosomaren anormaltasunen arrastoei jarraitu zieten lehenengo ikertzaileak Albert Levan eta John J. Bieseles izan ziren; New Yorkeko Sloan-Kettering Institutuan egin zuten ikerketa. Ikertzaile horiek zalantzarik gabe adierazten dute «irregulartasun kromosomatikoa gaiztotasunaren aurretik» doala. Egindako espekulazioen arabera, lehenengo kromosoma-kaltetzearen eta ondoriozko ezegonkortasunaren ostean, proba-erroreen aldi luze bat izaten da (gaiztotasunaren sortasun-aldi luzea); zelula-belaunaldi asko irautean du aldi horrek, eta, azkenik, mutazio sorta bat metatzen da. Mutazio sorta horren bidez, zelulek kontrola gainditzen dute eta ugaltze kontrolik gabea hasten da; minbizia, alegia.

Ojvind Wingek —kromosoma-ezegonkortasunaren teoria proposatzen lehenengoetakoa izan zen— irizten dio kromosoma-bikoizketak biziki adierazgarriak direla. Kointzidentzia bat al da, orduan, hexaklorobentzenoak eta haren ahaide lindanoak kromosomak bikoiztea laborategiko landareetan, hainbat behaketatan ikusi izan den bezala, eta jakitea gai horiek berak inplikaturik egon direla ongi dokumentaturik dauden anemia hilgarriaren zenbait kasutan? Eta zer gertatzen da zatiketa zelularra galarazten duten, kromosomak hausten dituzten, mutazioak eragiten dituzten... beste pestizida askorekin?

Erraza da ikustea zergatik den leuzemia erradiazioaren edo erradiazioa imitatzen duten gai kimikoen eraginpean jarri izanaren ondorioz sortutako gaitz arruntenetako bat. Zatiketa oso aktiboa gauzatzen ari diren zelulak dira mutazio-eragile fisiko edo kimikoen xede nagusia. Hainbat ehun daude tartean, baina batez ere odola ekoizten parte hartzen dutenak. Hezur-muina da globulu gorrien ekoizle nagusia, eta segundoko hamar bat milioi zelula bidaltzen ditu gizakiaren odol-fluxura. Globulu zuriak nodulu linfatikoan eratzen dira, bai eta muin-zeluletan ere, abiadura aldakor baina miragarrian.

Gai kimikobatzuek—estrontzio 90 eta antzeko gai erradiaktiboak ekartzen dizkigute gogora berriz ere— afinitate berezia dute hezur-muinarekin. Bentzenoa, intsektizida-disolbatzaileen osagai izaten dena maiz, hezur-muinean sartzen da, eta han gelditzen da hogeitaz hilabetez. Bentzenoa bera leuzemia-eragiletzat hartu izan da testu medikoetan urte askoan.

Haurren ehunen hazkunde azkarrak abagune egokia eskaintzen die zelula gaiztoei garatzeko. Sir Macfarlane Burnetek adierazi zuenez, leuzemia hedatzen ari da mundu osoan, eta, gainera, ohikoago bihurtzen ari da 3-4 urtekoen adin-tartean, non beste gaitzek ez baitute halako intzidentziarik erakutsi. Aritu horren arabera, «hiru-lau urteko haurretan gertatzen den goren une horrek interpretazio bakarra izan dezake: organismo gaztea jaio zen garaian estimulu mutagenoen eraginpean egon izana».

Minbizia eragiten duen beste mutageno bat uretanoa da. Ernari dauden saguak gai kimiko horrekin tratatzen dituztenean, biriketako minbizia izaten dute, eta ez haiek soilik, haien kumeek ere bai. Esperimentu horietan, sagu-umeak jaio aurretik soilik jarri zituzten uretanoaren eraginpean, eta horrek egiaztatzen du gai kimikoa plazentan

barrena pasatuko zela. Uretanoaren edo harekin loturiko gai kimikoen eraginpean izandako gizakien kasuan, litekeena da haurrek tumoreak izatea jaio aurretiko esposizioarengatik, Hueper doktorean ohartarazi zuen bezala.

Uretanoa, karbamato gisa, kimikoki lotua dago IPC eta CIPC herbizidekin. Minbizian adituek egindako ohartarazpenei jaramonik egin ez, eta karbamatoak hedatuki erabiltzen dira orain; ez bakarrik intsektizida, belar-hiltzaile eta fungizida gisa, bai eta askotariko produktuetan ere: plastikotzaileak, sendagaiak, arropak eta material isolatzaileak, besteak beste.

Minbizira daraman bidea zeharkakoa ere izan liteke. Zentzu arruntean kartzinogenoa ez den gai batek gorputz zatiren baten funtzionamendu normala eragotz dezake, eta ondorio gaiztoak ekarri. Horren adibide garrantzitsuak dira sexu-hormonen oreka haustearekin lotuta agertzen diren minbiziak (ugaltze-aparatukoak bereziki); desoreka horiek, era berean, hormonen maila egokia ziurtatzeko gibelak duen gaitasunari eragin dion zerbaiten ondorio izan daitezke, zenbait kasutan. Hidrokarburo kloratuak dira, hain zuzen ere, zeharkako kartzinogenesi horiek eragin ditzaketen eragileetako batzuk, neurriren batean guztiak baitira toxikoak gibelarentzat.

Sexu-hormonak, jakina, gorputzean egoten ohi dira, eta beharrezko estimulazio-funtzioa betetzen dute hainbat ugaltze-organori dagokienez. Baina gehiegizko metatzeen aurkako babes-sistema du gorputzak, eta hormona femeninoen eta maskulinoen artean (biak ekoizten dira sexu batekoen eta bestekoek gorputzean, kopuru ezberdinetan) oreka egokia mantentzeko eta bietako edozein gehiegi meta dadin saihesteko jarduten du gibelak. Alabaina, ezin du halakorik egin gaitzen batek edo gai kimikoren batek kalte egin badio, edo B bitamina-konplexuaren hornidura gutxitu baldin bada. Egoera horietan, estrogenoak ugaritu egiten dira, maila oso handietan ugaritu ere.

Zer emaitza dakartza horrek? Animalietan, behintzat, esperimentuetatik etorritako ebidentzia ugari dago. Esperimentu horietako batean, Ikerketa Medikorako Rockefeller Institutuko ikertzaile batek aurkitu zuen gaitz baten ondorioz gibela kaltetua zuten untxietan uteroko minbizia askotan agertzen zela, gibela odoleko estrogenoak desaktibatzeak gauza ez zelako eta «maila kartzinogeno bateraino ugaritu zirelako». Sagu, arratoi, akuri eta tximuekin eginiko

esperimentu ugariak erakutsi dute denboraldi luze batez estrogenoak emateak (ez dute zertan dosi handiak izan) kalte egiten diela ugaltze-organoetako ehunei; «gehiagizko hazkunde ez-gaiztoetatik hasi eta gaiztotasunerainokoak» izan litezke kalteak. Giltzurrunetako tumoreak eragin dizkiete hamsterrei estrogenoak emanaz.

Gai horri buruz medikuek emandako iritziak bat ez datozen arren, hainbat ebidentziak erakusten dute giza ehunetan ondorio bertsuak gerta daitezkeela. McGill Unibertsitateko Royal Victoria ospitaleko ikertzaileek estrogeno-maila altuen ebidentziak aurkitu zituzten aztertutako uteroko minbiziaren 150 kasuetatik bi herenetan. Geroago, 20 kasuko beste serie batean, ehuneko laurogeita hamarrek zuten antzeko estrogeno-aktibitate altua.

Litekeena da gibela kaltetua izatea eta estrogeno-ezabatzea oztopatzea baina kaltea ez izatea medikuntzan eskura dauden proben bidez detektatzeko modukoa. Hidrokarburo kloratuek erraz eragin dezakete hori, dosi oso txikietan aldaketak sortzen baitituzte hepatozitoetan. B bitaminen galera ere eragiten dute. Hori, era berean, garrantzitsua da oso, beste ebidentzia-kate batzuek agerian jartzen baitute bitamina horiek babes-funtzioa dutela minbiziaren aurka. Garai batean Minbiziaren Ikerketarako Sloan-Kettering Institutuko zuzendari izandako C.P. Rhoads zenak aurkitu zuen kartzinogeno kimiko oso indartsu baten eraginpean jarritako zenbait animaliaren testikuluek ez zutela minbizirik, legamiarekin (B bitamina naturalen iturria) elikatu zituztenek hain zuzen. Bitamina horien gabezia aurkitu dute ahoko minbizia duten batzuetan, eta baliteke digestio-hodiko beste toki batzuetako minbizia dutenek ere izatea. Estatu Batuetan ez ezik, Suediako eta Finlandiako iparraldeko eskualde urrunetan ere ikusi dute hori; bitaminatan pobreak izaten dira dietak herrialde horietan. Lehen mailako gibeledako minbizirako joera duten taldeek —Afrikako Bantu tribuak, adibidez— malnutrizioa jasan ohi dute. Gizonezkoen bularreko minbizia ohikoa da Afrikako zenbait tokitan; gibeledako gaitzei eta malnutrizioari lotuta dago. Grezian, gerra ostean, gizonezkoen bularreko minbizia ugaritu egin zen, goseteekin batera.

Laburbiltzeko, minbizian pestizidek duten zeharkako paperaren oinarria da gibelari kalte egiteko eta B bitamina-hornidura urritzeko duten ahalmen frogatua. Bide horretatik, estrogenoen hazkunde

«endogenoa» dakarte; gorputzak bere kabuz ekoizten ditu. Haiez gainera, gero eta gehiago eragiten diguten askotariko estrogeno sintetikoak daude, besteak beste, kosmetikoetan, drogetan, jakietan eta lanbideagatiko esposizioetan. Eragin bateratuena biziki kezkatzen gaituen gaia da.

Minbizia eragiten duten gai kimikoekiko esposizioak (pestizidak barne) kontrolik gabekoak eta askotarikoak dira gizakien kasuan. Gizabanako batek gai kimiko berarekiko hainbat esposizio jasan ditzake. Artsenikoa da adibide bat. Norbanako ororen ingurunean dago, oso itxura ezberdinetan: airearen eta uraren kutsatzaile gisa; pestizida-hondakin gisa jakietan, botiketan, kosmetikoetan eta zur-kontserbatzaileetan; edo koloregai gisa pintura eta tinduetan. Litekeena da esposizio horietako bat bakarrik nahikoa ez izatea gaiztotasuna azkartzeko; hala ere, ustez «dosi segurua» den bakar bat nahikoa izan liteke beste «dosi segurua» batzuekin dagoeneko gainkargatua dagoen balantzak beste aldera egiteko.

Edo, berriro ere, gerta liteke bi kartzinogeno ezberdinek edo gehiagok batera jardunez eragitea kaltea, eta, hala, haien ondorioak batzea. DDTaren eraginpean izan den gizabanako bat, adibidez, ia seguru izango zen gibela kaltetzen duten beste zenbait hidrokarburoren eraginpean, zeinak hedatuki erabiltzen baitira disolbatzaile, pintura-desugertzaile, koipegabetzaile, lehorrean garbitzeko fluido eta anestesiko gisa. Zenbatekoa da, beraz, DDTaren «dosi segurua»?

Berez, egoera askoz gehiago korapilatzen da gainera; izan ere, gai kimiko batek beste bati eragin diezaioke, eta haren ondorioak aldatu. Minbizia gertatzeko bi gai kimikoren eragin osagarria behar da batzuetan: batek zelula edo ehuna sentsibilizatzen du, eta, geroago, beste gai baten edo agente sustatzaile baten eraginpean, benetako gaiztotasuna garatu. Hala, IPC eta CIPC herbizidek abiarazle gisa jarduten dute azaleko tumoreak eragiterakoan, eta beste zerbaitek —detergente arrunt batek, adibidez— ekar dezakeen gaiztotasunaren hazia jartzen dute.

Interakzioa izan daiteke, era berean, agente fisiko baten eta kimiko baten artean. Leuzemia bi pausoko prozesu batean gerta daiteke: X erradiazioak aldaketa gaiztoa abiarazi, eta gai kimiko batek (uretanoak, adibidez) bigarren urratsa eman. Askotariko iturrietatik datorren erradiazioa dela-eta populazioak jasaten duen esposizio gero

eta handiagoak eta gai kimiko mordoarekin duen kontaktuak arazo larri berria dakarkite gaur egungo munduari.

Ur-horniduren kutsadurak eta material erradioaktiboek beste arazo bat planteatzen dute. Gai kimikoak ere badituzten uretan kutsatzaile gisa dauden material horiek gai kimikoen izaera alda dezakete, erradiazio ionizatzailearen eraginez, eta haien atomoak berriz antola ditzakete ustekabeen gai kimiko berriak sortzeko.

Estatu Batuetan, uren kutsadura aztertzen duten adituak kezkatu daude, detergenteak ur-hornidura publikoen kutsatzaile ia unibertsal eta gogaikarriak direlako. Tratamendu bidez haiek kentzeko modu baliagarriak ez dago. Detergente kartzinogeno gutxi daude, baina zeharka minbizia eragin dezakete, digestio-hodiarren estaldurari eraginez; ehunak alda ditzakete, gai kimiko arriskutsuak aise xurga ditzaten, eta, horren bitartez, haien eragina larriagotu. Baina nork aurreikus eta kontrola dezake eragin hori? Egoera aldakorren kaleidoskopioan, zero dosia aparte utzita, zer kartzinogeno-dosi izan daiteke «segurua»?

Inguruneke agente minbizi-eragileak toleratu egiten ditugu, guretzat arriskutsuak izan arren, duela gutxiko jazoera batek argi ilustratu zuen bezala. 1961eko udaberrian, gibekeko minbizi epidemikoa izan zen amuarrain ostadarren artean arrain-haztegi federal, estatal eta pribatu askotan. Estatu Batuetako ekialdeko eta mendebaldeko amuarrainak harrapatu zituen; hainbat tokitan, hiru urtetik gorako amuarrainen ehuneko ehunek minbizia izan zuten. Minbiziaren Institutu Nazionaleko Ingurune Minbiziaren Sailaren eta Arrainen eta Basabiziaren Zerbitzuaren artean aurreakordio bat zegoen tumoreak zituzten arrain guztien berri emateko, eta, modu horretara, ur-kutsatzaileetatik gizakiari zetorkiokeen minbizi-arriskuaz goiz ohartarazteko; horri esker egin zuten aurkikuntza hori.

Hain eremu zabala hartu zuen epidemia hori zerk eragin zuen zehazteko azterketak oraindik abian diren arren, antza, arrain-haztegietakoki jaki prestatuetan zegoen agenteren bat seinalatzen dute ebidentzia nagusiek. Jaki horiek askotariko gehigarriak eta sendagaiak dituzte oinarritzko elikagaiez gain.

Arrazoi askorengatik da garrantzitsua amuarrainen historia, baina, batez ere, hainbat espezieren ingurunean kartzinogeno indartsu bat sartzen denean gerta daitekeenaren adibide gisa. Inguruneke

kartzinogenoen aniztasuna eta ugaritasuna kontrolatzen gero eta arreta handiagoa jarri behar dugula serioски ohartarazteko moduan deskribatu du Hueper doktoreak epidemia. Hueper doktoreak dioenez, «neurri prebentibo horiek hartzen ez badira, giza populazioari etorkizunean antzeko hondamenak abiadura progresiboan gertatzeko agertokia prest egongo da».

Ikertzaile batek behin esan zuen bezala, «kartzinogenoen itsasoan» bizi garela ohartzea nahigabetzekoa da, jakina, eta etsimen-eta ezkortasun-erreakzioak ekar ditzake aise. «Ez al da konpondu ezinezko egoera?» «Ez al da ezinezkoa gure mundutik minbizi-eragile horiek desagerrarazten saiatzea? Ez al da hobe saiakuntzetan denbora galdu ordez ahalegin guztiak minbiziaren sendabidea aurkitzera bideratzea?»

Hueper doktoreari galdera hori egin ziotenean, zuhurtziaz erantzun zuen, luze hausnartu duenaren eta bizi osoko ikerketa eta eskarmentua duenaren zuhurtziaz, eta, minbiziaren gainean urteetan egindako lan bikainagatik, haren iritzia begirunea zor zaio. Hueper doktorearen ustean, minbiziari dagokionez gaur egun dugun egoera eta hemeretzigarren mendearen amaieran gaitz infekziosoek eragin zutena antzekoak dira. Organismo patogenoen eta gaitz askoren arteko lotura kausala Pasteurrek eta Kochek azaldu zuten beren lan entzutetsuan. Medikuek eta jende arrunta konturatu ziren gaitza eragiteko ahalmena zuten mikroorganismoen kopuru itzelak bizi zirela giza ingurunean, gure inguruan egun nagusi diren kartzinogenoak bezala. Gaitz infekzioso gehienak kontrol-neurri zentzuzko batean daude orain, eta batzuk ia erabat desagertu dira. Prebentzioa eta sendabidea nabarmentzen zituen eraso bikoitz baten ondorioz gertatu zen lorpen mediko entzutetsu hura. Ezjakinaren adimenean «bala magikoe» eta «droga miragarriek» toki garrantzitsua hartzen duten arren, gaitz infekziosoek gerran, gaitza eragiten duten organismoak inguruntetik ezabatzeko neurriak dira bataila benetan erabakigarriak. Historiako adibide bat duela ehun urte baino gehiagokoa da, Londresen izan zen kolera-izurrite handiari buruzkoa. Londreseko mediku batek, John Snowk, kolera-kasuen mapa egin zuen, eta ohartu zen inguru batean hasi zirela; inguru horretako biztanle guztiek Broad Streeteko ponpa batetik ateratzen zuten ura. Medikuntza prebentiboa azkar eta modu erabakigarrian praktikan jartzeko, ponpari kirtena kendu zion. Modu horretara, epidemia kontrolpean jarri zuen;

ez koleraren organismoa akabatuko zuen pilula magiko batez (oraindik ez zen ezagutzen), ingurunetik organismoa desagerraraziz baizik. Neurri terapeutikoek emaitza garrantzitsuak lortzen dituzte, baina ez bakarrik pazienteak osatuz, baita infekzio-gunea murriztuz ere. Lehengo egoerarekin alderatuta, tuberkulosia ezohizkoa da gaur egun, hain zuzen ere, neurri handi batean, jendea gutxitan jartzen delako orain tuberkulosiaren baziloarekin kontaktuan.

Gaur egun, gure mundua agente minbizi-eragilez beterik dago. Hueper doktorearen ustean, erabat edo gehienbat neurri terapeutikoetan oinarritutako eraso batek («sendabidea» aurkitu daitekeela onartu arren) porrot egingo du minbiziaren aurka; izan ere, agente kartzinogenoen gordailuak bere horretan utziko ditu, eta agente horiek biktima berriak bilatzen jarraituko dute «sendabide» iheskorrak gaitza arindu aurretik.

Zergatik ibili gara horren motel minbiziaren arazoari ekiteko sen ona erabiltzerakoan? Ziur asko, «minbiziaren biktimak sendatzeko xedea prebentzioa baino zirrargarriagoa da, hautemangarriagoa, xarmagarriagoa, eta saritzat hartzen da», dio Hueper doktoreak. Alabaina, sortutako izaki guztiengan minbizia prebenitzea «gizalegezkoagoa da, dudarik gabe, eta minbiziaren sendabideak baino askoz eraginkorragoa» izan daiteke. Zenbaiten gogoeta itxaropentsuaren arabera aski izango da «gosaldutako aurretik goizero pilula magiko bat hartzea» minbiziaren aurka babesteko, baina Hueper doktoreak ez du egonari handirik gogoeta horiei dagokienez. Askok uste dute minbizia, misterioa izan arren, gaitz bakuna eta jatorri bakarrekoa dela, eta itxaropenez pentsatzen dute sendabide bakarra beharko dela aurre egiteko; horregatik dute konfiantza horrelako emaitza batean. Egia izatetik urrun dago hori. Ingurune-minbiziak askotariko eragile fisiko eta kimikoek eragiten dituzten bezala, gaiztotasun-egoera bera modu biologikoki ezberdinetan azaleratzen da.

Ezin dugu pentsatu aspalditik agindutako «garrantzi handiko aurkikuntza» hori (datorrenean eta baldin badator) gaiztotasun mota guztietarako panazea izango denik.

Minbiziaren biktima direnen gaitza arindu eta sendatzeko neurri terapeutikoak ikertzen jarraitu behar den arren, mesede txikia egiten dio gizateriari irtenbidea bat-batean, makila magikoaren kolpe batez, etorriko den esperantzari gogor heltzeak. Poliki etorriko da, pausoz pauso. Gure milioiak ikerketetan gastatu ahala, eta esperantza

guztiak egiaztatutako minbizi-kasuen sendabidea aurkitzeko programa handietan jartzen ditugun bitartean, prebenitzeko aukera paregabea bazter uzten ari gara, sendabide bila gabiltzan arren.

Eginkizuna, ordea, ez da ezinezkoa, ezta gutxiago ere. Neurri handi batean, etorkizuna pozgarriagoa da aurreko mendearen amaieran gaitz infekziosoei dagokienez zegoen egoera baino. Gaitzak eragiten zituzten germenek beterik zegoen mundua orduan, egun kartzinogenoz beterik dagoen bezala. Baina germenak ez zituen gizakiak jarri ingurunean, eta ez zituen nahita hedatu. Aldiz, gizakiak *jarri ditu* kartzinogeno gehienak ingurunean, eta, nahi izanez gero, haietako asko deusezta ditzake. Minbizi-eragile kimikoak bi bidetatik ezarri dira gure munduan: ironia bada ere, bizimodu errazagoa eta hobea aurkitzeko gizakiak egin dituen ahaleginak dira lehenak, eta gai kimiko horien fabrikazioa eta salmenta gure bizimoduaren eta ekonomiaren zatitzat onartzea bigarrena.

Errealitatetik kanpo legoke pentsatzea egungo mundutik kartzinogeno kimiko guztiak ken daitezkeela edo kenduko ditugula. Baina haietako gehienak ez dira beharrezkoak bizitzeko, ez horixe! Horiek guztiak deuseztatuz gero, kartzinogenoen zama guztia nabarmen arinduko genuke, eta lautik batek minbizia eragiteko arriskua nabarmen gutxituko litzateke azkenik. Gure jakiak, gure ur-hornidurak eta gure atmosfera kutsatzen duten kartzinogeno horiek ezabatzen egin beharko litzateke ahalegin biziena, kontaktu motarik arriskutsuena horiek baitakarte: urteetan errepikatutako esposizio ñimiñoak.

Hueper doktoreak bezala, minbizia ikertzen duten beste ikertzaile bikain askok sinesten dute inguruneke kausak identifikatuz eta haiek ezabatuz edo duten eragina gutxituz eritasun gaiztoak nabarmen urritu daitezkeela. Ezkutuan edo agerian minbizia duten horientzat sendabideak aurkitzeko ahaleginek jarraitu behar dute, jakina. Baina prebentzioa behar-beharrezkoa da gaitzak oraindik jo ez dituenentzat, eta, dudarik gabe, baita oraindik jaio ez diren belaunaldientzat ere.

15. kapitulua

Natura kontraerasoan

Natura gure nahierara moldatzeko ahaleginean horrenbeste arriskatu eta gure helburua ez lortzea litzateke azken ironia, jakina. Hala ere, antza, hori da gure egoera. Egia —gutxitan aipatua baina edonoren begien aurrean dagoena— da natura ez dela horren aise moldatu, eta intsektuak bideak aurkitzen ari direla gure eraso kimikoak saihesteko.

«Intsektuen mundua naturaren fenomeno harrigarrienetako bat da», dio C. J. Briejfer biologo alemaniarrek. «Haintzat ezer ez da ezinezkoa; gertatzen zailena den hori sarri gertatzen da haien munduan. Haien misterioetan sakon barneratzen dena, harriduraren harriduraz, arnasestuka dago etengabe. Badaki edozer gerta daitekeela eta erabat ezinezkoa den hori gertatzen dela maiz».

«Ezinezkoa» gertatzen ari da orain bi fronte zabaletan. Hautespen genetikoaren bidez, intsektuak aldaera berriak garatzen ari dira, gai kimikoekiko erresistenteak. Hurrengo kapituluan helduko diogu gai horri. Baina bada arazo handiago bat, orain ikusiko dugun bezala: inguruneak dituen berezko gotorlekuak, askotariko espezieak kontrolpean mantentzeko diseinatutako gotorlekuak, ahultzen ari da gure eraso kimikoa. Gotorleku horiek hausten ditugun bakoitzean, intsektu andanak zeharkatzen ditu.

Mundu osotik datoz estualdi larrian gaudela argi uzten duten txostenak. Kontrol kimiko intentsiboa aplikatzen hamar urte edo gehiago eman ondoren, entomologoak ohartu ziren urte gutxi batzuk lehenago konpondutzat eman zituzten arazoak itzultzen ari zirela. Eta beste arazo batzuk azaleratu ziren, lehen kopuru txikietan soilik zeuden intsektuak izurrite larri izateraino ugaltu baitziren. Duten izaeragatik beragatik, kontrol kimikoak antzuak dira, helburuko sistema biologiko konplexuak kontuan hartu gabe diseinatu eta aplikatu baitituzte, itsu-itsuan. Gai kimikoak aurrez probatuko zituz-

ten, agian, banakako espezie gutxi batzuen kontra, baina ez komunitate bizidunen kontra.

Inguru batzuetan, gaur egun, modakoa da naturaren oreka —lehenagoko mundu batean, mundu sinpleago batean, nagusi zen egoera— gutxiestea; erabat irauli da egoera hori, eta, beharbada, ahaztu egin nahi genuke. Batzuek uste egokitzen dute hori, baina, jarduteko moduaren bidaia-orri gisa, arriskutsua da oso. Naturaren gaur egungo oreka ez da Pleistozenokoaren berdina, baina hor dago oraindik: izaki bizidunen arteko harreman-sistema konplexua, zehatza eta oso integratua da, eta jada sekula ezin da bazter utzi arriskurik gabe, amilburuan dagoen pertsonak grabitatearen legeari erronka jo eta inolako ondorioz ez jasotzea ezinezkoa den bezala. Naturaren oreka ez da *status quo* bat, aldakorra da, bilakatuz doa beti, egokitze-egoeran dago etengabe. Gizakia ere oreka horren pieza bat da. Batzuetan oreka haren alde dago; beste batzuetan —oso maiz, bere jardueragatik—, aldatu, eta haren kontra jartzen da.

Bi datu larriki garrantzitsu ez dira kontuan hartu intsektuak kontrolatzeko egungo programak diseinatzekoan. Lehenengoa da intsektuen kontrol benetan eraginkorra naturak aplikatzen duen hori dela, ez gizakiak aplikatzen duena. Ekologistek ingurumenaren erresistentzia deitzen duten zerbaitek izaten ditu populazioak kontrolpean, eta hala izan da beti bizia sortu zenetik. Erabilgarri dagoen janari kantitatea, eguraldi- eta klima-egoera, espezie lehiakideen edo harraparien presentzia... guztiak dira biziki garrantzitsuak. «Intsektuek munduko beste izaki guztiak suntsitzea galarazten duen faktore bakarra eta garrantzitsua da beraien arteko barruko gerra», esan zuen Robert Metcalf entomologoak. Alabaina, egun erabiltzen diren gai kimikoek intsektu guztiak akabatzen dituzte, berdin lagunak zein etsaiak.

Bazter utzitako bigarren datua da ingurumenaren erresistentzia ahulduta espezieak berehala ugal daitezkeela. Bizi-forma askoren ugalkortasuna imajinatzeko baino handiagoa da, nahiz eta noizbehinka susmoren bat badugun. Kasle nintzen garaitik, gogoan dut belar onduren eta uraren nahastura bat zuen txarro batean protozoo-hazkuntza heldu batetik tanta gutxi batzuk gehituz gero zer mirari gerta zitekeen. Egun gutxi batzuetara, lasterka zebilen bizi-galaxia zurrunbilotsu oso bat izan zezakeen txarroak, trilioika animalkulu labainkor, paramezioak, bakoitza hauts-izpi baten tamainakoa, guztiak mugarik gabe ugaltzen, tenperatura

egokiak, janari ugariak eta etsairik ezak osaturiko behin behineko paradisuan. Edo itsaslabarrak datozkit burura, lanpernekin zurituak begiak har dezakeeneraino. Edo miliak eta miliak estaltzen dituen medusa-sarda baten artean pasatzearen ikuskizuna; mamu antzeko forma etengabeak, ura bera baino ez askoz mamitsuagoak.

Naturaren kontrolaren miraria ekinean ikusten dugu bakailaoak neguko itsasoak zeharkatzen dituenen; errute-tokietara joaten dira, eta eme bakoitzak milioika arrautza jartzen ditu han. Itsasoa ez da bakailao-masa solido bihurtzen; segur aski, hala gertatuko litzateke bakailao guztien kume guztiek bizirik iraungo balute. Naturan existitzen diren murrizketei esker, bikote bakoitzak sorturiko milioika kumeetatik gutxi batzuek baino ez dute iraungo bizirik heldutasuna arte, gurasoak ordezkatzeko behar den batezbesteko kopuruak.

Biologoak entretenitu egiten dira espekulatzen zer gertatuko litzatekeen hondamendi pentsaezinen batengatik murrizketa naturalak huts egin eta indibiduo bakar baten kumaldi osoak bizirik iraungo balu. Hala, duela mende bat, afido eme batek (parekatu gabe ugaltzeko ahalmena du) urte bakar batean sor zitzakeen kumeen pisua kalkulatu zuen Thomas Huxleyk; guztira, garai hartan Txinako Inperio osoan zeuden biztanle guztien pisuaren parekoa litzateke.

Zorionez, horren muturreko egoera teorikoa da, baina naturaren egokitzapenak iraultzearen emaitza izugarriak ongi ezagutzen dituzte animalia-populazioak aztertzen dituztenek. Koiotea ezabatzeko ganaduzaleen grinak basasagu-izurriteak ekarri ditu, lehen koioteak kontrolatzen baitzituen. Arizonako Kaibabeko oreinaren historia maiz errepikatua beste kasu egoki bat da. Garai batean, orein-populazioa ingurunearekin orekan zegoen. Harrapari ugariak —otsoak, pumak eta koioteak— galarazten zioten oreinari haien jakiak kentzea. Orduan, oreinak «babesteko» kanpaina bati ekin zioten, eta haien etsai guztiak akabatu zituzten. Harrapariak joan zirenean, orainak asko ugaltu ziren, eta, bat-batean, ez zegoen nahikoa janari haientzat. Janaria bilatzen zuten ahala, zuhaitzetako altsuma-lerroak gora egiten zuen, gero eta gorago, eta, denborarekin, lehen harrapariek baino orein gehiago hil zituen goseak. Ingurune osoa kaltetu zuten, gainera, janaria aurkitzeko ahalegin etsian.

Larre eta basoetako intsektu harrapariek Kaibabeko otso eta koioteen egiteko bera dute. Haien akabatu, eta intsektu harrapakinen kopuruak gorantz egiten du.

Inork ez daki Lurrean zenbat intsektu-espezie bizi diren, oraindik ere asko baitaude identifikatzeke. Baina 700.000 baino gehiago deskribatu dituzte dagoeneko. Horrek esan nahi du Lurreko izaki bizidunen ehuneko 70-80 intsektuak direla. Intsektu horietako gehienak kontrolpean dituzte indar naturalek, gizakiak ezertan esku hartu gabe. Horrela ez balitz, ez legoke nahikoa produktu —edo beste edozein metodo— haien populazioak deuseztatzeko.

Arazoa da ia ez garela jabetzen etsai naturalek eskaintzen diguten babesaz hark huts egiten duten arte. Gutako asko itsu dabil munduan, haren edertasunaz, liluragarritasunaz eta inguratzen gaituen biziaren bizitasun bitxi eta zenbaitetan beldurgarriaz jabetu gabe bezala. Horregatik, gutxik ezagutzen dituzte intsektu-harraparien eta parasitoen jarduerak. Agian, ohi ez bezalako itxurako eta jokabide ankerreko intsektu bat ikusiko genuen lorategiko zuhaixkan, eta apenas jabetuko ginen marisorgina beste intsektu batzuen lepotik bizi dela. Baina ulertuko dugu, baldin eta gauez lorategian hara eta hona ibili bagara eta linternaren laguntzaz ikusi badugu marisorgina harrapakinarengana ezkutuka herrestan joaten. Orduan sentituko dugu, nolabait, ehiztariaren eta ehizaren drama. Orduan hasiko gara sentitzen zertxobait naturak bere burua kontrolatzeko erabiltzen duen indar gupidagabea.

Harrapariak —beste intsektu batzuk hil eta jaten dituzten intsektuak— askotarikoak dira. Batzuk bizkorrak dira, eta, enaren abiadan, airean harrapatzen dituzte harrapakinak. Beste batzuk enborrean metodikoki ibiltzen dira mantso-mantso, eta afidoak eta antzeko intsektu sedentarioak erauzi eta irensten dituzte. Liztor arruntek gorputz arineko intsektuak harrapatzen dituzte, eta haien urinekin elikatzen dituzte kumeak. Lokatzetako liztor hori-beltzek lokatzezko zutabedun habiak egiten dituzte teilatu-hegalen azpian, eta intsektuak pilatzen dituzte han kumeek jan ditzaten. Liztor ezpara-jaleak larreko ganaduaren inguruan planeatzen du, eta ganaduari gogait eragiten dioten eltxo odol-xurgatzaileak suntsitzen ditu. Burrumba zaratatsua eragiten duen loreetako euliak —erlearekin nahasten da maiz— afidoz beteriko landareen hostoetan jartzen ditu arrautzak, eta arrautzatik ateratako larbak afido kopuru itzelak kontsumitzen ditu. Amona mantangorri edo marigorringoak dira afidoen, *Pseudococcidae* familiako intsektuen eta beste intsektu landare-jale batzuen suntsitzaile eraginkorrenak. Ehunka afido jaten ditu marigorringo bakar batek errunaldi bakarrerako behar dituen energia-sugartxoez hornitzeko.

Ohiturei dagokienez, are bitxiagoak dira intsektu bizkarroiak. Horiek ez dituzte segituan akabatzen anfitrioia. Horren orde, zenbait moldaketaren bidez, kumeak elikatzeke erabiltzen dituzte biktimak. Harrapakinaren larba edo arrautzen artean jartzen dituzte arrautzak, eta, modu horretan, hazten ari diren kumeek janaria aurkitzen dute anfitrioia irentsiz. Batzuek arrautzak beldarrari eransten dizkiote, disoluzio itsaskor baten bidez; arrautzatik ateratakoan, larba bizkarroiak anfitrioia azala zulatzen du. Beste batzuek, aurreikuspen-itxurako instintuari jarraiki, arrautzak hostoetan jartzen dituzte, besterik gabe, bazkatzen ari den beldarrak ohartu gabe jan ditzan.

Intsektu harrapariak eta bizkarroiak lanean aritzen dira toki guztietan, sorotan, heskaian, lorategian nahiz basoan. Hemen, urmaelaren gainetik, mariorratzek azkar mugitzen dira, eta sua botatzen du eguzkiak haien hegoetatik. Hala, haien asabek abiadan zeharkatzen zituzten zingirak, narrasti erraldoien bizilekuak. Orain, antzinako garai haietan bezala, begi zorrotzeko mariorratzek eltxoak harrapatzen dituzte airean, saski-itxurako hankekin jaso. Azpiko uretan, haiek kumeek, mariorratz-ninfek edo naiadeek, fase urtarrean dauden eltxoak eta beste intsektu batzuk jaten dituzte.

Edo han, hostoaren kontra, ia ikusezin, *Chrysopa* dago, gazazko hegalekin eta urre-koloreko begiekin, lotsati eta misteriosu; Aro Permiarrean bizi zen antzinako arraza baten ondorengoa. *Chrysopa* helduak landareen nektarra eta afidoen ezti-ihintza jaten ditu, eta, bere garaian, emeak arrautzak jartzen ditu, hosto bati lotzen dizkion zuztar luzeen mutur banatan. Handik ateratzen dira kumeak: afido lehoi izeneko larba bitxi iletsuak, afidoak, *Pseudococcidae* familiako intsektuak edo akaroak harrapatu eta haiei fluidoak xurgatuz elikatzen direnak. Bakoitzak ehunka afido kontsumi ditzake bizi-zikloan aurrera egin eta zeta-kusku zurian biltzeko garaia iritsi aurretik; hantxe igaroko du pupa-aldia.

Eta beste liztor eta euli askoren iraupena ere, parasitismoaren bidez, beste intsektu batzuen arrautzak edo larbak suntsitzearen mende dago. Arrautza-parasitoetako batzuk liztor oso ñimiñoak dira; hala ere, beren kopuruari eta jarduera handiari esker, espezie uzta-suntsitzaille asko kontrolpean mantentzen dituzte.

Izaki bizidun txiki horiek guztiak lanean ari dira; lanean eguzkitan eta euritan, eta iluntasun-orduetan, bai eta neguaren gordinak

biziaren sua txingar-hauts soil bihurtzen duenean ere. Orduan, bizi-indar horrekugarrik gabe erretzen du, udaberriak intsektuen mundua esnatuko duen garaia zain berriro piztu eta jardunean hasteko. Bitartean, elur-estalki zuriaren azpian, izotzak gogortutako lurzorua azpian, zuhaitz-enborretako tarteetan eta leize babestuetan, parasitoek eta harrapariek sasoi hotza igarotzeko bideak aurkitu dituzte.

Marisorginaren arrautzak seguru daude amak zuhaixka-adar bati atxikita utzi zituen pergamino finezko kutxatxoetan (amaren beraren bizitza aurreko udarekin batera agortu zen).

Polistes liztor emeak, teiltuperen bateko izkina ahaztu batean babes hartuta, gorputzean daramatza ernaldutako arrautzak; haren koloniaren etorkizun osoa baldintzatuko duen ondarea da. Liztor emea da bizirik dirauen bakarra, eta paperezko habia txiki bat prestatuko du udaberrian; arrautza gutxi batzuk jarriko ditu hango gelaxketan, eta langile taldetxo bat haziko du arduratsu. Haien laguntzarekin, habia handituko du, eta kolonia garatu. Gero, langileek, udako egun beroetan etengabe bazkatuz, beldar ugari suntsituko dituzte.

Hala, haien bizitzako gorabeherak eta geure beharrak direla medio, gure aliatu izan dira guztiak, eta naturaren balantza gure aldera makurtuta mantendu dute. Alabaina, guk artilleria biratu eta gure lagunak kontra zuzendu dugu. Haien laguntzarik gabe inbadituko gintuzketen etsaien uholde iluna kontrolpean mantentzeko duten gaitasuna gutxietsi dugu, eta arrisku izugarria da hori.

Ingurunearen erresistentzia etengabe eta modu orokorrean ahultzen ari delako ikuspegia errealitate bilakatzen ari da, modu desatsegin eta azkarrean bilakatzen da erreal urte bakoitza igaro ahala, intsektiziden kopuruak, aniztasunak eta indar suntsitzaileak gora egin ahala. Denborak aurrera egiten duen heinean, intsektu-izurrite gero eta larriagoak —gaitz-eramaileak ez ezik, uzta-suntsitzaileak ere bai— espero behar ditugu, inoiz ezagutu dugun beste edozein baino handiagoak.

«Bai, baina hori guztia ez al da teorikoa?», galdetuko duzue, beharbada. «Ziur aski, ez da benetan gertatuko, ez behintzat ni bizi naizen artean».

Baina gertatzen ari da, hemen eta orain. Zientzia-aldizkariek 1958 urterako jaso zuten naturaren oreka-aldatze sakonetan nahasiko 50 bat espezie berri. Egunero aurkitzen dituzte adibide gehiago. Pestizidek

intsektu-populazioaren orekari eragindako gorabehera kaltegarriak jasotzen edo eztabaidatzen zituzten 215 agiriren erreferentziak zituen duela gutxi kaleratutako gaiari buruzko azterketa batek.

Batzuetan, ihintzadurarekin kontrolatu nahi ziren intsektuak izugarri ugaltu dira ihintzatze kimikoen ondorioz. Ontarion, adibidez, *Simuliidae*ak 17 bider ugariagoak ziren ihintzaduraren ondoren aurretik baino. Ingalaterran, berriz, fosfato organikoetako bat ihintzatu ondoren, aza-afido andanak agertu ziren, aurretik sekula gertatu ez zen moduan.

Beste batzuetan, ihintzadurak xede-intsektuaren kontra aski eraginkorrak izan diren arren, beste ondorio batzuk eragin dituzte; aurretik arazorik sortzeko adinakoak ez ziren izurrite suntsitzaileen Pandoraren kutxa zabaldu dute. Armiarma gorria, adibidez, kasik mundu osoko izurrite bihurtu da DDTak eta beste intsektizida batzuek haren etsai guztiak akabatu dituztenean. Armiarma gorria ez da intsektu bat. Ozta-ozta ikus daitekeen izaki biziduna da, zortzi hankaduna, armiarmen, eskorpioien eta akainen taldekoa. Ziztatze eta – xurgatzeko aho aproposa du, eta mundua berde egiten duen klorofila jateko sekulako gogo. Ahoko zati ñimiño, sarkor eta zorrotza sartzen du hostoetako eta hostoiraunkorren orratzetako kanpo-zeluletan, eta klorofila ateratzen du. Infestazio arin batek itxura pikarta ematen die zuhaitz eta zuhaixkei; infestazioa larriagoa bada, hostotza horitu eta erori egiten da.

Hori gertatu zen, hain zuzen, duela urte gutxi mendebaldeko baso nazionaletako batzuetan, 1956an Estatu Batuetako Basozaintza Zerbitzuak 885.000 akre baso inguru DDTarekin ihintzatu zituenean. Izeiaren larba kontrolatzea zen asmoa, baina hurrengo udan ohartu ziren beldarraren kalteak baino okerragoa zela sortutako arazoa. Basoak airetik aztertuta, eremu zabalak ikus zitezkeen infestatuta; Douglas izei bikainak arretzen ari ziren, eta orratzak galtzen. Helena Baso Nazionalan, Big Belt mendietako mendebaldeko maldetan, Montanako beste eremu batzuetan eta, beheago, Idahon, basoak kiskali zituztela zirudien. Begi-bistakoa zen 1957ko uda hark historiako armiarma gorrien izurriterik hedatuena eta ikusgarriena ekarri zuela.

Ihinzaturiko eremu ia osoa kaltetuta zegoen. Bazter guztietan, kaltea begi-bistakoa zen. Basozainek gogoan zituzten iraganeko armiarma gorrien beste hondamendi batzuk, baina ez hura bezain

dramatikoak. Antzeko arazoak izan ziren Yellowston Parkeko Madison ibaian 1929an, Coloradon 20 urte geroago eta Mexiko Berrian 1956an. *Izurrite horietako bakoitza basoak intsektizidekin ihintzatu ondoren etorri da* (1929ko ihintzaduran —DDTaren aroaren aurretik—, berun artseniatoa erabili zuten).

Zergatik dirudi armiarma gorria indartsu hazten dela intsektizidei esker? Haientzat gogor samarra dela nabarmena izateaz gain, beste bi arrazoi daude, itxuraz. Zenbait harraparik —marigorringoa, *Asphondylia auripila*, akaroak, *Anthocoridae* familiako hainbat zimitz— mantentzen dute kontrolpean, eta horiek guztiak dira oso sentikorak intsektizidekiko. Hirugarren arrazoiak armiarma gorrien kolonien barruko populazio-presioarekin du zerikusia. Lasai bizi den kolonia bat komunitate oso populatua da, etsaietatik ezkutatzeke sare babesle baten azpian pilatua. Ihintzatutakoan, koloniak sakabanatu egiten dira —gai kimikoak gogaituta, baina ez hilda—, gogaitaraziko ez dituzten beste toki batzuen bila. Horrela, kolonia berriak eratzeke baliagarria den espazio eta janari askoz gehiago aurkitzen dute. Etsaiak hilik daudenez, sare babeslea osatzeko haria askatzen energia gastatu beharrik ez dute. Horren ordez, armiarma gehiago sortzen jartzen dute energia osoa. Ez da ohiz kanpokoa haien arrautza-ekoizpena hirukoiztea intsektiziden ondorio mesedegarrirei esker.

Virginiako Shenandoah bailaran —sagar-laborantzako eskualde ezaguna—, *Argyrotaenia velutinana* izeneko intsektu txiki andanak agertu ziren sagastietan berun artseniatoaren ordez DDTa erabiltzen hasi zirenean. Intsektu horren harraparitza ez zen sekula handia izan; bat-batean, kalteek gora egin zuten, uztaren ehuneko 50 suntsitzeraino, eta sagar-suntsitzailerik handiena izatera iritsi zen (eskualde hartan ez ezik, ekialdean eta mendebalde ertainean ere bai), DDTaren erabilerak gora egin ahala.

Egoera horretan, ironia ugari daude. Eskozia Berriko sagastietan, 1940ko hamarraldiaren amaieran, aldiro ihintzatzen zituzten sagastietan zeuden sagar-harren infestaziorik okerrenak (harrez josten zituzten sagarrak). Ihintzatzen ez zituzten sagastietan, haien kopurua ez zen oso handia, ez behintzat benetako arazoak sortzeko bestekoa.

Ihintzatzeko prestasunak antzera saritu zuen Sudaneko mendebaldea, non kotoi-hazleek eskarmentu mikatza izan baitzuten DDTarekin. 60.000 akre kotoi inguru laboratu zituzten irrigazioa

erabiliz Ghas deltan. DDTarekin eginiko lehenengo saiakuntzek itxuraz emaitza onak izan zituztenez, ihintzadurak areagotu zituzten. Orduan hasi ziren arazoak. Kotoiaren etsai suntsitzailenetako bat artarra da. Baina kotoia zenbat eta gehiago ihintzatu, orduan eta artar gehiago agertzen ziren. Ihintzatu ez zuten kotoiak ihintzatutakoak baino kalte txikiagoa jasa zuen fruituetan eta kotoi-leka helduetan, eta bitan ihintzatutako soroetan landatutako kotoi-hazien ekoizpena nabarmen urritu zen. Intsektu hostojaleetako batzuk deuseztatu zituzten arren, horrekin lortutako etekin guztia hutsaren parekoa izan zen artarrak eginiko kaltearekin alderatuta. Azken batean, kotoi-hazleek ohartu ziren kotoi-uzta hobeja jaso izango zutela ihintzatzeak zekarren lana eta gastua saihestu izan balituzte. Kongo Belgikarrean eta Ugandan, kafe-landareetako intsektu-izurrite baten kontrako DDT-aplikazio handien emaitzak kasik «katastrofikoak» izan ziren. Izurriteari berari apenas eragin zion DDTak, eta intsektu haren harraparia, berriz, oso sentikorra zen.

Estatu Batuetan, nekazariak sarritan ordeztu zuten intsektu etsai bat beste okerrago batekin, ihintzadurek intsektuen munduko populazio-dinamikak irauli ahala. Berriki gauzatutako ihintzatze-kanpaina masiboetako bik ondorio hori izan dute hain justu ere. Hegoaldean su-inurria erradikatzeko egindako programa izan zen bata; bestea, Mendebalde Ertainean kakalardo japoniarra ihintzatzekoa (ikus 10. eta 7. kapituluak). Louisianan 1957an soroetan heptakloroa zabal aplikatu zutenean, azukre-kanaberaren etsairik handienetako bat, azukre-kanaberaren zulatzailea, ugaritu zen. Heptakloroarekin tratatu eta handik gutxira, zulatzailearen kalteak larriki areagotu ziren. Su-inurriari zuzendutako gai kimikoak zulatzailearen etsai guztiak akabatu zituen. Uzta hain kaltetuta geratu zen, ezen nekazariak estatua auzitara eramaten saiatu baitziren halakorik gerta zitekeela ez ohartarazteagatik arduragabekeria leporatuz.

Lezio mikatz bera ikasi zuten Illinoiseko nekazariak. Illinoiseko mendebaldean kakalardo japoniarra kontrolatzeko soroetan aplikatutako dieldrin-bainu suntsitzailerean ondoren, nekazariak ohartu ziren arto-zulatzaileak ikaragarri ugaltu zirela tratatutako eremuan. Berez, eremu horren barruan hazitako artoak handik kanpo hazitakoak baino askoz larba suntsitzaille gehiago zituen, kopuru bikoitza. Nekazariak ez zuten gertatutakoaren oinarri biologikoa ezagutuko, baina ez zuten zientzialarien beharrik konturatzeko negozio kaskarra

egin zutela. Intsektu hartaz libratzeko ahaleginetan, beste intsektu askoz suntsitzaileago baten hondamendia eragin zuten. Nekazaritza Departamentuaren kalkuluen arabera, kakalardo japoniarrak urtean 10 milioi dolar inguruko kaltea eragiten du Estatu Batuetan, artozulatzaileak eragindakoa, berriz, 85 bat milioira iristen da.

Ez zuen ezertarako balio izan naturaren indarretan oinarrituta artozulatzailerak kontrolatzeko ahaleginak. Intsektu horiek nahi gabe Europatik 1917an sartu eta handik bi urtera, intsektu-izurrite bati aurre egiteko parasitoak aurkitu eta inportatzeko programa intentsiboenetako bat antolatu zuen Estatu Batuetako Gobernuak. Harrezkeroztik, artozulatzaileraren 24 parasito-espezie ekarri zituzten Europatik eta Ekialdetik nahiko prezio garestian. Egiaztatu dute haietatik bostek kontrol-balioren bat dutela. Lan horren guztiaren emaitzak, jakina, arriskuan daude orain, sprayek artozulatzaileraren etsaiak akabatu baitituzte.

Hori guztia zentzugabea bada, aintzat har dezagun Kaliforniako zitriko-laborantzaren egoera; hantxe egin zuten kontrol biologikoaren alorreko esperimenterik famatuena eta arrakastatsuen 1880eko hamarkadan. Zitrikoen zuhaitzetatik jaten duen *Pseudococcidae* familiako intsektua agertu zen Kalifornian 1872an, eta, hurrengo 15 urteetan, izurrite bihurtu zen. Izurritea hain zen suntsitzailea, ezen baratze askotan fruta-uzta osoa galdu baitzen. Zitrikoen industria gaztea suntsitzeko arriskua zegoen. Nekazari askok etsi egin zuten, eta zuhaitzak atera zituzten. Gero, intsektu horren parasito bat inportatu zuten Australiatik, *Rodolia cardinalis* marigorringo txikia. Marigorringo-espezie horren lehenengo bidalketa iritsi eta bi urtera, *Pseudococcidae* familiako intsektua kontrolpean zegoen erabat Kaliforniako zitrikoen laborantzako eskualdeetan. Harrezkeroztik, gerta zitekeen laranjondoen artean *Pseudococcidae* familiako intsektuen bila ibili eta egunetan bakar bat bera ere ez aurkitzea.

Gauzak horrela, 1940eko hamarraldian, zitriko-hazleak gai kimiko berri eta xarmagarriekin esperimentuak egiten hasi ziren beste intsektu batzuen aurka. DDTa eta haren atzetik etorri ziren gai kimiko are toxikoagoak iristean, *Rodolia cardinalis*en populazioak deuseztatu egin zituzten Kaliforniako eskualde askotan. 5.000 dolar kostatu zitzaion Gobernuari haien inportatzea. Haien jardunari esker, urtean milioika dolar aurreztu zituzten fruta-hazleek, baina, arduragabekeria-

une batean, onura guztiak pikutara joan ziren. *Pseudococcidae* familiako intsektuak laster infestatu zituen berriz bazterrak, eta aurreko berrogeita hamar urteetan sekula ikusitako kalterik handiena baino handiagoa eragin zuen.

«Horrek, agian, aro baten amaiera markatu zuen», esan zuen Riversideko Zitrikoen Esperimentuen Estazioko Paul DeBach doktoreak. Intsektu hori kontrolatzea ikaragarri zaila da orain. *Rodolia cardinalisa* sarri askatuz eta ihinztatze-egutegiei adi egonez, intsektizidekiko kontaktua ahalik eta txikiena izan dadin, soilik izan daiteke kontrolpean. Zitriko-hazleak, egiten dutena egiten dutela ere, ondoko lur-jabeek egiten dutenaren mende daude, neurri batean, noraezean dabilen intsektizidak kalte handiak eragiten baititu.

Adibide horiek guztiak nekazaritzari erasotzen dioten intsektuei buruzkoak dira. Zer gertatzen da intsektu gaitz-eramaileekin? Abisua izan dira dagoeneko. Hego Pazifikoko Nissan uhartea, adibidez, intentsiboki ihinztatu zuten Bigarren Mundu Gerran, baina, gerra amaitu zenean, ihinztatzeari utzi zioten. Malariaren eltxoek uhartea inbaditu zuten berriro. Haien harrapari guztiak hilik zeuden, eta populazio berriek ez zuten berrezartzeko astirik izan. Populazioa ugaltzeko bidea zabalik zegoen, beraz. Marshall Lairdek, jazoera hura deskribatu zuenean, gurpilarekin alderatu zuen kontrol kimikoa: behin abiaraziz gero, ezin dugu geldiarazi, gelditzeak eragingo lituzkeen ondorioen beldur baikara.

Munduko hainbat bazterretan, gaitzak ihinztadurekin lot daitezke modu askotan. Nolabait ere, barraskilo-tankerako moluskuak kasik immuneak dira, antza, intsektiziden eraginekiko. Askotan ikusi izan dute hori. Florida ekialdeko padurak ihinztatu ondorengo holokaustoan (144. orrialdea), barraskiloek baino ez zuten bizirik iraun. Eszenak, deskribatu zuten bezala, margolan makabro bat zirudien, pintzel surrealista batez sorturiko zerbait. Barraskiloak arrain hilen eta hilzorian zeuden karramarroen artean zebiltzan, pozoiz-euri hilgarriaren biktimak irensten.

Baina, zergatik da garrantzitsua? Bizi-zikloaren parte bat moluskuaren gorputzean eta bestea gizakiaren gorputzean ematen duten zizare bizkarroi arriskutsuen anfitrioi dira barraskilo urtar asko, eta, beraz, horregatik da garrantzitsua.

Udateko uraren bidez edo jendea infestatutako uretan bainatzen ari dela larruazalean zehar gorputzean sartzen direnean, gaitz larria eragiten diote gizakiari; odol-fasziolak edo schistosomak dira horren adibide. Anfitrion-barraskiloak askatzen ditu uretan fasziolak. Gaitz horiek Asia eta Afrikako hainbat tokitan ageri dira, batez ere. Agertzen diren tokietan, litekeena da barraskiloak ugaltzea errazten duten intsektuen kontrol-neurriak hartzea eta ondorio larriak izatea. Eta, jakina, gizakia ez da barraskiloak gordetzen duen gaitzaren arriskupean dagoen izaki bakarra. Bizi-zikloko zati bat ur gezatako barraskiloetan ematen duten gibel-fasziolak gibelako gaitza eragin diezaiekete ganaduari, ardiei, ahuntzei, oreinei, untziei eta odol beroko beste zenbait animaliari. Zizare horiekin infestatutako gibelak ez dira elikagai egokiak gizakiarentzat, eta, normalean, baztertu egiten dira. Errefusatzeko horiek urtean hiru milioi eta erdi dolar inguru kostatzen zaizkie ganaduzale estatubatuarrak. Barraskilo kopurua areagotzen duen edozerk arazo hori edo beste arazo larriago bat ekar dezake, noski.

Joan den hamarraldian, arazo horiek itzal handiak sortu dituzte, baina motel ibili gara haiek igartzeko. Kontrol-bide naturalak garatzeko eta praktikan jartzeko egokienak ziren pertsona gehienak oso lanpetuta ibili dira, kontrol kimikoaren alorrean, erakargarriago baitzeritzoten. 1960ean jakinarazi zuten, estatu osoko entomologoek ehuneko bi baino ez ziren ari lanean kontrol biologikoaren alorrean. Geratzen ziren ehuneko laurogeita hemezortzi horietatik gehienak intsektizida kimikoak ikertzen ari ziren.

Nola izan liteke hori? Konpainia kimiko nagusiak dirua barra-barra ematen ari dira unibertsitatei, intsektizidak iker ditzaten. Ikerketarako diru-laguntza eta lanpostu erakargarriak sortzen ditu horrek ikasle lizentziadunentzat. Kontrol biologikoari buruzko ikerketa, bestalde, ez dute inoiz hala bultzatu, eta arrazoi simple batengatik izan da: industria kimikoan lor daitekeen dirutzarik agintzen ez duelako. Kontrol biologikoari dagokiona estatu-agentzien eta agentzia federalen esku utzi dute, eta haiek askoz soldata txikiagoak ordaintzen dituzte.

Egoera horrek argitzen du, halaber, bestela ulergaitza litzatekeen datu bat: entomologo bikainenetako batzuk dira kontrol kimikoaren defendatzaile sutsuenak. Pertsona horietako batzuen inguruan zertxobait arakatuz gero, ikusten da industria kimikoak babesten dituela haien ikerketa-programa osoak. Haien prestigio profesionala, eta batzuetan

lanbidea bera, metodo kimikoei iraunaraztearen baitan dago. Espero izatekoa al da, orduan, jaten ematen dien eskuari kosk egitea? Baina, joera hori ezagututa, sinets al dezakegu, bada, intsektizidak kaltegarriak ez direla esanez egiten duten aldarria?

Intsektuak kontrolatzeko metodo nagusiak gai kimikoak direla dioen aldarri orokortu horren erdian, ez kimikariak ez ingeniariak baizik eta biologoak direla ahortzi ez duten entomologo gutxi batzuek emandako txostenak daude.

F. H. Jacobek honela adierazi zuen Ingalaterran:

«Entomologo ekonomiko deituriko askoren jardueren arabera, badirudi salbazioa spray-kanilaren muturrean dagoela sinetsita lan egiten dutela... susperraldi-arazoak, erresistentzia-arazoak edo toxikotasun-arazoak sortu dituztenean, kimikariak prest egongo direla beste pilula batekin. Ikuspegi hori ez da hor amaitzen... Azken batean, biologoek baino ez diote irtenbidea emango izurriak kontrolatzeko funtsezko arazolari».

«Entomologo ekonomikoek konturatu behar dute izaki bizidunekin ari direla... haien lana ez dela soilik intsektizidak probatzea edo gai kimiko oso suntsigarriak aurkitzea», idatzi zuten Eskozia Berriko A. D. Pickett-ek.

Pickett doktorea bera aitzindari izan zen espezie harrapari eta bizkarroiei etekin osoa ateratzen dien kontrol-metodo osasuntsuen ikerketaren alorrean. Hark eta haren bazkideek garatu zuten metodoa eredu bikaina da, baina oso gutxik jarraitzen diote gaur. Kaliforniako entomologo batzuek garatutako kontrol-programa integratuetan soilik aurkitu dezakegu haren pareko zerbaite Estatu Batuetan.

Pickett doktoreak duela hogeita hamabost bat urte ekin zion bere lanari Eskozia Berriko Annapolis Valleyko sagastietan —garai batean, Kanadako fruta-laborantzako eskualde nagusietako bat zen—. Garai hartan, uste zuten intsektizidek —gai kimiko ez-organikoak orduan— konponduko zutela intsektuak kontrolatzeko arazoa; fruta-hazleei gomendatutako metodoak erabilaraztea zela eginkizun bakarra. Baina «arrosa-koloreko» ikuspegi horrek huts egin zuen. Intsektuek han jarraitzen zuten, nolabait. Gai kimiko berriak gehitu zituzten, ihintzatzeko-ekipoak diseinatu zituzten, eta ihintzatzeko grina areagotu zen, baina intsektuen arazoa ez zen askorik konpondu. Orduan, antza, sagar-harren izurrien «amesgaiztoa ezabatuko» zuen DDTak. Ordura

arteko akaro-hondamendirik handiena izan zen hura erabiltzearen benetako ondorioa. «Krisialditik krisialdira gabiltza, arazo batetik beste arazo batera aldatzen», esan zuen Pickett doktoreak.

Une horretan, ordea, Pickett doktoreak eta haren bazkideek beste bide bati ekin zioten, itsu-itsuan gai kimiko gero eta toxikoagoen zebiltzan beste entomologoak alde batera utzita. Naturan aliatu indartsu bat zeukatela sinetsita, kontrol naturala ahalik eta gehiena eta intsektizidak ahalik eta gutxiena erabiltzen dituen programa diseinatu zuten. Intsektizidak aplikatzen diren bakoitzean, dosi minimoak erabiltzen dira, espezie onuragarriak kaltetu gabe izurria kontrolatzeko behar den dosia. Garai edo une egokia ere aintzat hartzen da. Hala, nikotina sulfatoa sagarrondoaren lorea arrosaz tindatu aurretik aplikatzea bada, ondoren aplikatu beharrean, harraparietako bat desagerrarazten da, ziur asko arrautza-aldian egoten delako oraindik.

Pickett doktoreak ardura handia jartzen du parasitoei zein harrapariei kalterik txikiena egingo dieten gai kimikoak aukeratzeko orduan.

«DDTa, parathiona, klordanoa eta beste intsektizida berri batzuk errutinazko kontrol-neurri gisa, iraganean gai kimiko ez-organikoak erabiltzen genituen modu berean, erabiltzera iristen garenean, kontrol biologikoan interesa dugun biologoek ere amore emango dugu», dio. Espektrorik zabaleko intsektizida oso toxiko horien ordeztu, riania hautatzen du. Zenbait egoeratan, DDT- edo malathion-kontzentrazio oso arinak erabiltzen dira (100 galoiko 1-2 ontza, 100 galoiko 1-2 librako ohiko kontzentrazioaren ordeztu). Horiek biak egungo intsektizidetatik toxikotasun txikiena dutenak izan arren, Pickett doktorek espero du ikerketa gehiagoren ondoren material seguruagoekin eta selektiboagoekin ordeztuko direla.

Programa honek funtzionatu al du? Pickett doktoreak eraldatutako ihintzatze-programa baliatzen ari diren Eskozia Berriko baratzezainak, aplikazio kimiko intentsiboak erabiltzen ari direnak bezala, lehen mailako fruta ekoizten ari dira. Ekoizpen osoa ere besteena bestekoa da. Eta emaitza horiek, gainera, kostu nabarmen txikiagoekin lortzen ari dira. Eskozia Berriko sagastietan intsektizidetan inbertitzen dutena sagar-laborantzako beste eremu gehienetan gatatzen dutenaren ehuneko 10-20 baino ez da.

Eskozia Berriko entomologo horiek garatutako programa aldatuak ez du naturaren oreka bortxatzen, eta aurreko emaitza paregabe horiek baino are garrantzitsuagoa da hori. Gauzatzeko bidean da G. C. Ullyette kanadar entomologoak duela hamarkada bat adierazitakoa:

«Gure filosofia aldatu behar dugu, giza nagusitasunaren jarrera bazter utzi, eta onartu kasu askotan ingurune naturaletan aurkitzen ditugula organismo-populazioak mugatzeko bideak eta moduak, gure kabuz egin dezakegun edozein metodo baino merkeago gainera».

16. kapitulua

Elur-jauziaren burrunbak

Darwin bizirik balego, intsektuen munduak erabat txundituko luke, bere teoria, zeinaren arabera egokienek irauten baitute bizirik, egiaztatuko bailuke. Ihinztatze kimiko intentsiboaren presiopean, intsektu-populazioko kide ahulenak erortzen ari dira. Orain, eremu askotan eta espezie askoren artean, gogorrenak eta egokienak baino ez diete aurre egiten haiek kontrolatzeko gure ahaleginei.

Duela mende-erdi inguru, Washingtoneko Estatu Fakultateko entomologia-irakasle A. L. Melanderrek galdera erretoriko bat egin zuen: «Gerta al liteke intsektuak ihintzadurekiko erresistente bihurtzea?» Galdera horren erantzuna ez oso argia edo iristen motela iruditu zitzaion Melanderri, hain zuzen ere, galdera goizegi egin zuelako; izan ere, 1914an egin baitzuen, berrogei urte geroago egin beharrean. DDTaren aroaren aurretik, gaur egun oso apalak irudituko litzaizkigukeen eskalan aplikatzen ziren gai kimiko ez-organikoek ihinztatze edo hautseztatze kimikoetatik bizirik atera zitezkeen intsektu-aldaerak sortzen zituzten han-hemenka. Kaltzio-polisulfuroekin ihinztatuz urte batzuetan egoki kontrolatu zuten San Jose zorriarekin zailtasunak izan zituen Melanderrek berak. Orduan, Washingtoneko Clarkson inguruan, intsektuak erregogor egin ziren; Wenatchee eta Yakima bailaretako baratzeetakoak eta beste edonongoak baino zailagoak ziren hangoak akabatzeke.

Bat-batean, bazirudien estatuko beste tokietako zorriek ideia bera izan zutela: ez ziren hiltzen baratzezainek arduratsu eta nahierara aplikatutako kaltzio-polisulfuroa ihinztatu ondoren. Ihintzadurentzat soraio ziren intsektuek milaka akre baratze eder suntsitu zituzten Mendebalde Ertain osoan.

Gero, Kalifornian, zuhaitzen gainetik lonazko dendak bota eta azido zianhidrikoarekin fumigatzeko usadiozko metodoa huts egiten

hasi zen hainbat tokitan, eta arazo horrek ikerketak egitera bultzatu zuen Kaliforniako Zitrikoen Esperimentuen Estazioa. Ikerketak 1915ean hasi ziren, gutxi gorabehera, eta mende-laurden batez jarraitu zuten. Erresistentziaren bide onuragarria ikasi zuen beste intsektu bat sagar-harra izan zen; 1920ko hamarkadan gertatu zen hori, nahiz eta haren kontra berun artseniatoa arrakastaz erabilia zuten berrogei bat urtean.

Baina DDTa eta haren familia ugaria iristek ireki zion atea Erresistentziaren Aroari. Inor ez zuen ustekabeen harrapatuko urte gutxian afera hura arazo itsusi eta arriskutsu bihurtzeak, ezta intsektuei buruzko edo animalia-populazioen dinamikari buruzko ezaguera txikiena zutenak ere. Alabaina, eraso kimiko oldarkorren aurka intsektuek kontra-arma eraginkor bat dutela jabetze hori mantso heldu da, antza. Dirudenez, intsektu gaitz-eramaileekin kezkatzen direnak soilik iratzarri ditu erabat egoeraren larritasunak oraingoz; nekazari eta abeltzainek, kasu gehienetan, fedea gai kimiko berri gero eta toxikoen garapenean jarrita jarraitzen dute, nahiz eta egungo arazo edo zailtasunak argudio faltsu horretatik datozen.

Intsektuen erresistentziaren fenomenoak ulertzera poliki heldu baldin baginen ere, oso bestela gertatu zen erresistentziarekin berarekin. 1945a baino lehen, dozena bat espeziek baino ez zuten garatu DDTaren aurreko intsektizidetakoren batekiko erresistentzia. Gai kimiko organiko berriei eta aplikazio-metodo intentsibo berriei esker, erresistentziak hazkunde meteorikoa izan zuen, eta 137 espezie izatera heldu ziren 1960an. Inork ez du uste amaiera gertu dagoenik. 1.000 argitalpen tekniko baino gehiago kaleratu dira gai horren inguruan. Munduko Osasun Erakundeak mundu osoko 300 bat zientzialariri laguntza eskatu die, eta adierazi die «bektore-kontrolen programek aurre egin beharreko arazo bakar garrantzitsuen erresistentziarena dela». Animalia-populazioen ikertzaile britainiar bikain batek, Charles Eltonek, esan zuenez, «elur-jausi handi bilaka daitekeenaren lehengo burrunbak entzuten ari gara».

Batzuetan, erresistentzia horren azkar garatzen da, ezen gai kimiko zehatz batekin espezieen kontrolean lortu den arrakastari buruzko txostenetako tinta erabat lehortzerako argitaratu behar izaten baita beste txosten bat lehenengo hartan idatzitakoa zuzentzeko. Hego Afrikan, adibidez, ganaduzaleek luzaroan izan dituzte akain urdinen izurriak. Izurri horietako batek arrantxo bateko 600 abelburu akabatu

zitzen urte bakar batean. Akaina urteetan izan zen artsenikozko bainuekiko erresistente. Orduan, hexaklorobentzenoarekin saiatu ziren, eta denboralditxo batez guztia ongi zihoala zirudien. 1949. urtearen hasieran argitaratutako txostenek ziotenez, gai kimiko berriarekin aise kontrola zitezkeen artsenikoarekiko erresistente ziren akainak; geroxeago, urte hartan bertan, garatzen ari ziren erresistentziari buruzko berri ilunak argitaratu behar izan zituzten. Egoera hori zela eta, komentario hau egin zuen idazle batek *Leather Trades Review*-en 1950ean:

Horrelako albisteeak —zientziaren ingurunetik isilean isuriak, eta itsasoaz haraindiko egunkarietako sekzio txikietan argitaratuak— bonba atomiko berriari buruzkoek bezalako titular handiak merezi dituzte, baina ez dugu behar bezala ulertzen arazoaren garrantzia.

Nekazaritzan eta basogintzan sortzen du kezka intsektuen erresistentziak, baina osasun publikoaren alorrean eragin ditu ezinegon handienak. Hainbat intsekturen eta gizakiaren gaixotasun askoren arteko lotura aspaldikoa da. *Anopheles* generoko eltxoek malariaren organismo zelulabakarra injeztatu dezakete gizakiaren odol-zirkulazioan. Beste eltxo batzuek sukar horia heda dezakete. Beste batzuek, gainera, entzefalitisa eroaten dute. Etxe-euliak, koska egiten ez duen arren, elikagaiak disenteriarekin baziloarekin kutsa ditzake ukituz, eta munduko hainbat tokitan paper garrantzitsua joka dezake begietako gaitzen hedaduran. Gaitzen eta intsektu eramailen edo bektoreen zerrendan daude, besteak beste, tifusa eta gorputzeko zorriak, izurria eta arratoi-arkakusoak, Afrikako loeria eta tse-tse euliak, hainbat sukar eta akain, eta beste mordo bat.

Arazo garrantzitsuak dira horiek, eta heldu egin behar zaie. Ezein pertsona arduratsuk ez du esaten intsektuek hedatzen dituzten gaitzak alde batera utzi behar direnik. Galdera garrantzitsu bat sortzen zaigu orain: zentzuzkoa edo arduratsua ote da arazoa bera azkar okertzen duten metodoak erabiltzea arazoari aurre egiteko? Infekzioen intsektu-bektoreak kontrolatuz gaitzen aurka egindako gerra arrakastatsuez asko entzun du jendeak, baina gutxi historiaren beste aurpegiaz: gure ahaleginei esker intsektu etsaiak indartsu bilakatu izanaren ikuspegiak berekin dakarren porrota edo arrakasta laburra. Are okerrago, litekeena da borrokatzeko gure benetako arma suntsitu izana.

A. W. A. Brown entomologo kanadar ospetsua kontratatu zuen Munduko Osasun Erakundeak erresistentziaren arazoaren prospekzio

osatu bat egiteko. Handik ateratako monografikoan —1958an argitaratua— Brown doktoreak zioenez,

«Osasun publikoko programetan intsektizida sintetiko indartsuak sartu eta hamarkada bat pasatu baino lehen, arazo tekniko nagusia da lehen kontrolpean zituzten intsektuek haiekiko erresistentzia garatu dutela».

Monografikoa argitaratu zuenean Munduko Osasun Erakundeak ohartarazi zuenez

«malaria, tifus sukarra eta antzeko gaitzak eta izurriak hedatzen dituzten artropodoen kontrako erasoaldi adoretua atzerapauso larria izan liteke, baldin eta arazo berri hau azkar menderatzen ez badugu».

Zenbatekoa da atzerapauso hori? Medikuntzan esanguratsuak diren ia intsektu talde guztiak daude orain espezie erresistenteen zerrendan. Antza denez, *Simuliidae* eulia, hondar-eulia eta tse-tse eulia ez dira oraindik erresistente egin. Bestalde, etxe-eulien eta gorputzeko zorrien erresistentzia mundu osora zabaldu da. Malaria-programak arriskuan jarri ditu eltxoen erresistentziak. Sortaldeko arratoi-arkakusoak —izurriaren bektore nagusia— berriki erakutsi du DDTarekiko erresistentzia, eta erresistentzia hori gero eta handiagoa da. Beste espezie askoren erresistentziaren berri eman duten herrialdeen artean, kontinente guztietako eta uharte gehienetako ordezkariak daude.

Ziur asko, Italian erabiliko zituzten lehen aldiz egungo intsektizidak medikuntzan, 1943an; Gobernu Aliatu Militarrak modu arrakastatsuan eraso egin zion tifusari jende andana DDTarekin hautseztatuz. Horren atzetik, bi urte geroago, spray soberakinak hedatuki aplikatu zituzten malariaren eltxoa kontrolatzeko. Handik urtebetera soilik agertu ziren lehenengo arazoak. Etxe-euliak eta *Culex* generoko eltxoak sprayekiko erresistentzia erakusten hasi ziren. 1948an, gai kimiko berri bat (klordanoa) probatu zuten DDTaren osagarri gisa. Bi urtez kontrol egokia lortu zuten, baina, 1950eko abuzturako, eltxo klordanoarekiko erresistenteak agertu ziren, eta, urte-amaierarako, etxe-euli guztiak eta *Culex* eltxo guztiak klordanoarekiko erresistente ziren, antza. Gai kimiko berriak erabilgarri jarri ahala garatzen zen erresistentzia. 1951ko urte-amaierarako, DDTa, metoxikloroa, klordanoa, heptakloroa eta hexaklorobentzenoa zeuden eraginkorraz ez ziren gaien zerrendan. Euliak, bitartean, «ikaragarri ugaritu ziren».

Jazoera-ziklo bera errepikatu zen Sardinian 1940ko hamarkada amaieran. Danimarkan, DDTa zuten produktuak 1944an erabili zituzten lehenengo aldiz; 1947rako, eulien kontrolak porrot egin zuen toki askotan. Egiptoko hainbat tokitan, euliak DDTarekiko erresistente ziren 1948rako; BHCa erabiltzen hasi ziren orduan, baina urtebetez baino gutxiagoz izan zen eraginkorra. Egiptoko herrixka batek bereziki sinbolizatzen du arazoa. Intsektizidek egoki kontrolatu zituzten euliak 1950ean, eta, urte hartan bertan, ehuneko berrogeita hamar inguru gutxitu zen haurren hilkortasun-tasa. Hurrengo urtean, ordea, DDTarekiko eta klordanoarekiko erresistenteak ziren euliak. Eulien populazioa aurreko mailara itzuli zen, eta berdin gertatu zen haurren hilkortasun-tasarekin.

Estatu Batuetan, DDTarekiko erresistentzia 1948rako hedatu zen Tennessee Valleyn. Atzetik, beste toki batzuk etorri ziren. Dieldrinarekin kontrola berrezartzeko ahaleginek ez zuten arrakasta handirik izan, toki batzuetan euliek *bi hilabete baino ez* baitituzten behar izan gai kimiko horrekiko erresistentzia handia garatzeko. Erabilgarri zeuden hidrokarburo kloratu guztiak erabili ondoren, kontrol-agentziek fosfato organikoetara jo zuten, baina berriro ere erresistentziaren historia errepikatu zen. Adituek atera duten ondorioa da «etxe-euliaren kontrolak ihes egin diela intsektizida teknikoei, eta berriz ere higieneturrietan oinarritu behar dutela».

DDTaren lorpen goiztiarrenetakoa Napoliko gorputz-zorriaren kontrola izan zen, eta orduan egin zitzaion publizitate handiena. Hurrengo urteetan, Italiako arrakastaren parekoa lortu zuten Japonian eta Korean, 1945-1946ko neguan, bi bat milioi pertsonari eragiten zien zorria kontrolatu zutenean. Espainian, 1948an, huts egin zuen tifus-epidemia kontrolatzeko ahaleginak, eta aurreikus zitekeen etorkizunean arazoak izango zirela. Praktikan gertatutako hutsegite hori hor egon arren, laborategiko esperimentu pozgarri batzuk ikusita, entomologoek sinetsi zuten bazitekeela zorriek erresistentzia ez garatzea. Korean 1950-1951ko neguan gertatutakoa ikaragarria izan zen, beraz. Koreako soldadu talde bati DDT-hautsa aplikatu ziotenean, zorri-izurritea areagotzea izan zen emaitza harrigarria. Zorriak bildu eta ikertu zituztenean, aurkitu zuten DDT-hautsaren ehuneko bosteko kontzentrazioak ez zuela handitzen haien hilkortasun-tasa naturala. Tokion eskaleen artean (Itabashiko egoitza batean) eta Siriako,

Jordaniko eta Egipto ekialdeko errefuxiatu-esparruetan bildutako zorriek baieztatu zuten DDTa ez zela eraginkorra zorria eta tifusa kontrolatzeko. Zorria DDTarekiko erresistente egin zen herrialdeen zerrendan Iran, Turkia, Etiopia, Afrika mendebalde, Hegoafrika, Peru, Txile, Frantzia, Jugoslavia, Afganistan, Uganda, Mexiko eta Tanganyika sartu zirenean, 1957 inguruan, Italiako hasierako garaipen hark indargabea zirudien, jakina.

DDTarekiko erresistentzia garatu zuen lehenengo malaria-eltxo *Anopheles sacharovi* espeziekoa izan zen; Grezian gertatu zen. 1946an ekin zieten ihintadura estentsiboari, eta hasieran arrakastatsuak izan ziren; 1949rako, dena den, behatzaile batzuek jakitera eman zuten zubi-azpietan eltxo heldu ugari zeudela, ihintzatutako etxeetan eta ukuiluetan ageri ez ziren arren. Laster, kanpoaldean gelditzeko ohitura hori leizeetara, aldirietako eraikinetara eta estoldetara eta laranjondoen hostoetara eta enborretara hedatu zen. Zirudienez, eltxo helduak DDTarekiko tolerante bilakatu ziren; ihintzatutako eraikinetatik ihes egin, eta kanpoan suspertzen ziren. Hilabete gutxi geroago, gauza ziren etxeetan irauteko, eta han aurkitu zituzten tratatutako paretetan jarrita.

Orain agerikoa den egoera oso larriaren zantzuak ziren horiek. Anofelinoen taldeko eltxoen intsektizidekiko erresistentzia proportzio ikaragarrian hazi da, malaria deuseztatzeko diseinatutako etxe-ihintzatze programen zehaztasunak eragindakoaren gainetik. 1956an, eltxo horietako 5 espeziek soilik erakutsi zuten erresistentzia; 1960. urtearen hasierarako, 5etik 28ra igo zen kopurua! Afrika mendebaldean, Ekialde Hurbilean, Erdialdeko Amerikan, Indonesian eta Europa ekialdean, malaria-bektore oso arriskutsuak hartzen ditu.

Beste eltxoen artean, bestelako gaitz-eramaileak barne, eredia errepikatu egiten da. Elefantasia eragiten duten parasitoak daramatzan eltxo tropikal bat oso erresistente bihurtu da munduko hainbat tokitan. Estatu Batuetako eremu batzuetan, mendebaldeko zaldien entzefalitisaren eltxo-bektoreak erresistentzia garatu du. Arazo are larriago batek zerikusia du sukar horiaren bektorearekin, zeina munduko izurrite handienetako bat izan baita mendeetan. Intsektizidekiko erresistenteak ziren eltxo-aldaerak agertu ziren Asia hego-ekialdean, eta ohikoak dira orain Karibe aldean.

Munduko hainbat lekutatik datozen txostenek aipatzen dituzte malariari eta beste gaitz batzuei dagokienez erresistentziak dakartzan ondorioak.

Erresistentziagatik eltxo-bektorearen kontrolak huts egitearen ondorioz izan zen sukar horiaren izurritea Trinidaden 1954an. Malaria areagotu egin da Indonesian eta Iranen. Grezian, Nigerian eta Liberian, malariaren parasitoari ostatu ematen eta hura hedatzen jarraitzen du eltxoak. Eulia kontrolatzearen bidez Georgian lortu zen beherakoen gutxitzea urtebetean desagertu zen. Egipton, berriz, konjuntibitis akutua urritzea lortu zuten eulia behin-behingo kontrolatzearen bidez, baina ez zuen iraun 1950etik aurrera.

Giza osasunerako horren larria ez den arren, kostu ekonomikoari begirata, gogorra da Floridako *Ochlerotatus squamiger* eltxoen erresistentzia. Gaitz-bektoreak ez diren arren, odolzale-saldoek bizitzeko toki ezatsegin bilakatu zituzten Floridako kostaldeko eremu zabalak, harik eta kontrola —modu ez oso errazean eta denboraldi baterako— ezarri zen arte. Baina azkar desagertu ziren.

Etxe-eltxo arruntak erresistentzia garatzen du han-hemenka, eta horrek bide eman behar die giza talde askori ulertzeko aldiroko handizkako ihinzadurak eten behar dituztela. Espezie horiek erresistenteak dira orain zenbait intsektizidaren aurrean —DDTa da horien artean hedatuena—. Hala gertatu da Italian, Israelen, Japonian, Frantzian eta Estatu Batuetako hainbat tokitan, hala nola Kalifornian, Ohion, New Jersey eta Massachusettsen.

Akainak ere arazo dira. Egur-akainak —sukar exantematikoaren bektorea— erresistentzia garatu du duela gutxi; *Rhipicephalus sanguineus* akainak heriotza kimikoari ihes egiteko duen gaitasuna luzaro ezarri da sakonki eta hedatuki. Horrek arazoak dakartzkie gizakiei, eta baita zakurrei ere. *Rhipicephalus sanguineus* espezie erditropikala da, eta, iparraldean agertzen denean, New Jersey bezala, negua eraikin epeletan igaro behar du, kanpoaldean igaro beharrean. Amerikako Historia Naturalaren Museoko John C. Pallisterrek 1959ko udan adierazi zuenez, haren departamentuak dei asko jaso zituen Central Park West inguruko apartamentuetatik.

«Noizean behin, apartamentu-eraikin oso bat akain-kumez betetzen da, eta zaila da haietatik libratzea. Zakur batek akainak harrapatzen ditu Central Parken, eta, gero, akain horiek arrautzak

jartzen dituzte, eta apartamentuan jaiotzen dira. DDTarekiko edo klordanoarekiko edo egungo spray gehienekiko immune dirudite. Oso ezohikoa zen New York hirian akainak izatea, baina orain bazter guztietan daude, bai eta Long Islanden, Westchesteren eta gorago ere, Connecticuten esate baterako. Bereziki, azken bost edo sei urteetan izan dugu horren berri», adierazi zuen Pallister jaunak.

Labezomorro germaniarra, ia Ipar Amerika osoan, klordanoa-
rekiko erresistente bilakatu da. Lehen, garbitzaileen arma gogokoena zen, eta, orain, fosfato organikoetara pasatu dira. Dena den, intsektizida horiekiko erresistentzia berri horrekin, garbitzaileek beste arazo bat dute parez pare, ez baitakite hurrengoan nora jo.

Bektoreek hedatutako gaitzekin zerikusia duten agentziek, arazo horiei aurre egiteko, intsektizida batetik bestera ibiltzen dute erresistentzia garatzen den bitartean. Baina horrek ezin du etengabean jarraitu horrela, kimikariek material berriak eskura jartzen segitu arren. Brown doktoreak adierazi du «noranzko bakarreko kale» batean goazela. Inork ez daki zer luzera duen kaleak. Intsektu gaitz-eramaileak kontrolatzea lortu aurretik iristen bagara kale itsura, gure egoera larria izango da benetan.

Uztak infestatzen dituzten intsektuen historia berdina da.

Aurreko aroan gai kimiko ez-organikoekiko erresistentzia erakutsi zuten dozena bat inguru nekazaritzako intsektuen zerrendari beste mordo bat gehitu zaio orain, hala nola DDTarekiko, BHCarekiko, lindanoarekiko, toxafenoarekiko, dieldrinarekiko, aldrinarekiko eta itxaropena sorrarazi zuten fosfatoekiko erresistente egin direnak. Intsektu uzta-suntsitzaileen artean, espezie erresistenteen kopurua 65 izatera iritsi zen 1960an.

Nekazaritzako intsektuen artean, DDTarekiko erresistente zirenen lehenengo kasuak 1951an agertu ziren Estatu Batuetan, lehenagoz erabili eta handik sei bat urtera. Agian, sagar-harrari dagokiona da egoerarik zailena: DDTarekiko erresistente da orain mundu osoko sagar-laborantzako eskualde ia guztietan. Azari erasotzen dioten intsektuen erresistentzia ere arazo larria sortzen ari da. Patataren intsektuek ihes egiten diote kontrol kimikoari Estatu Batuetako eskualde askotan. Kotoi-intsektuen sei espezie eta hainbat tisanoptero, fruta-har, *Cicadellidae* familiako intsektu, beldar, akain, afido, *Elateridae*

familiako kakalardoen larba eta beste asko gai dira orain nekazarien spray-erasoak saihesteko.

Industria kimikoak, agian ez du gogo handirik erresistentziaren arazo ezatseginari aurre egiteko, eta ulertzekoa da. Era berean, 1959an, 100 intsektu-espezie nagusik baino gehiagok gai kimikoekiko erresistentzia behin betikoa erakutsi zutelarik, erresistentzia «erreala edo asmatua» aipatu zuen nekazaritzako kimikaren alorreko aldizkari garrantzitsuenetako batek. Alabaina, industriak bestaldera begira badezake ere, arazoa ez da desagertzen, eta ondorio ekonomiko ezatseginak ditu. Horietako bat da intsektuak gai kimikoekin kontrolatzeak dakarren kostua etengabe areagotzen ari dela. Ez da posible aurrez materialak pilatzen jarraitzea; gaur etorkizun handikoa dirudien intsektizida kimikoak porrotik etsigarriena ekar dezake bihar. Intsektizida bat diruz laguntzeko eta merkaturatzeko inbertsio garrantzitsuena pikutara joan liteke intsektuek beste behin egiaztatzen badute indar bortitza ez dela naturara hurbiltzeko modurik eraginkorrena. Eta teknologiak intsektizidentzako erabilera berriak eta aplikatzeko modu berriak azkar asmatuta ere, oso litekeena da intsektuak haratago egotea, zain.

Darwinek berak ez luke aurkituko erresistentziaren mekanismoa baino adibide hoberik hautespen naturala azaltzeko. Berezko populazio batean, non kideek ezaugarri askotarikoak baitituzte egiturari, jokabideari edo fisiologiari dagokienez, intsektu «indartsuenak» ateratzen dira bizirik eraso kimikotik. Ihinztadurak ahulenak akabatzen ditu. Kaltetik ihes egiten laguntzen dien berezko ezaugarriren bat duten intsektuak dira bizirik irauten duten bakarrak. Horiek dira belaunaldi berrien gurasoak, eta herentziaz ematen dizkiete ondorengoei berezko «indar edo gogortasunaren» ezaugarri guztiak. Ezinbestean ondorioztatzen da, beraz, konpondu nahi den arazoa okertu baino ez dutela egiten gai kimiko eraginkorren ihinztatze intentsiboek. Belaunaldi gutxi batzuen ondoren, intsektu gogor eta ahulez osaturiko populazio misto baten ordeztu, indibiduo gogorrez eta barietate erresistentez osaturiko populazio bat ateratzen da.

Gai kimikoekiko erresistente bihurtzeko moduak askotarikoak izango dira, ziur asko, eta ez ditugu zehatz-mehatz ezagutzen oraindik. Uste da kontrol kimikoari aurre egiten dioten intsektu batzuek egitura-abantaila bati esker egiten diotela aurre, baina horri buruzko frogak

gutxi dago, antza. Nolanahi ere, argi ikusten da barietate batzuetan immunitatea existitzen dela. Beste batzuek bezala, hala adierazi du Briejer doktoreak ere, Springforbiko Izurriak Kontrolatzeko Institutuan (Danimarka) euliak behatuta: «euliek etxean bezala gozatzen dute DDT-tan, azti primitiboek txingarretan jauzika beste».

Antzeko txostenak datoz munduko beste toki batzuetatik. Kuala Lumpurren (Malaysia), eltxoek, hasieran, erreakzionatu egiten zuten DDTarekin; utzi egiten zituzten tratatutako barnealdeak. Erresistentzia garatu ahala, dena den, ez zen arraroa zuzi-argitan aise ikusteko moduko DDT-jalkinak azpian zituztela ikustea. Eta armadaren eremu batean, Taiwan hegoaldean, gorputzean DDT hauts-jalkinak zituzten ohe-zimitz erresistenteen laginak aurkitu zituzten. Ohe-zimitz horiek, esperimentu gisa, DDTarekin bustitako arropetan jarri zituzten, eta hilabete egin zuten han bizirik; arrautzak jartzen jarraitu zuten, eta atera ziren kumeak hazi egin ziren.

Hala eta guztiz ere, erresistentziaren ezaugarria ez dago nahi eta nahi ez egitura fisikoaren mende. DDTarekiko erresistente diren eulien entzima batek intsektizida destoxikatzen eta toxikotasun txikiagoa duen DDE bihurtzen laguntzen die. DDTarekiko erresistentziarako faktore genetikoak duten euliek soilik dute entzima hori. Faktore hori, jakina, hereditarioa da. Zailagoa da ulertzen euli horiek eta beste intsektu batzuek nola desintoxikatzen dituzten fosfato organikozko gai kimikoak.

Jokabide-ohitura batzuek ere jar ditzakete intsektuak gai kimikoen irismenetik at. Langile asko ohartu dira euli erresistenteek joera handiagoa dutela tratatu gabeko gainazal horizontaletan egoteko tratatutako paretetan egoteko baino. Toki batean jarrita egoteko korta-euliak duen ohitura izan dezakete etxe-euli erresistenteek, eta, hala, pozoï-hondakinekiko kontaktuen maiztasuna nabarmen txikitzen dute. Malaria-eltxo batzuek DDTarekiko esposizioa txikitzen duen ohitura dute; kasik immune egiten ditu horrek. Sprayak erresuminduta, etxola uzten dute, eta kanpoaldean bizirik irauten dute.

Oro har, bi-hiru urte behar izaten dira erresistentzia garatzeko, baina, noizean behin, nahikoa izaten da urtaro bat edo gutxiago. Beste muturrean, sei urte ere har ditzake. Intsektu-populazio batek urtebetean sortzen duen belaunaldi kopurua handia da, baina, era berean, aldakorra, espezieen eta klimaren arabera. Euliak, adibidez, motelago ibili dira

erresistentzia garatzen Kanadan Estatu Batuetako hegoaldean baino; izan ere, han, udak beroak eta luzeak direnez, azkar ugaltzen dira.

Galdera itxaropentsu bat sortzen da batzuetan: «intsektuak gai kimikoekiko erresistente bihurtzen baldin badira, gizakiak ere bihurtu al daitezke?». Teorian, bai, baina ehunka edo milaka urte beharko lirateke horretarako, eta egun bizi garenon ongizatea eskasa litzateke. Erresistentzia ez da indibiduo batean garatzen den zerbait Pozioen aurrean beste batzuek baino sentikortasun txikiagoa izatea lortzen duten ezaugarri batzuk baldin baditu jaiotzetik, litekeena da bizirik irautea eta haurrak sortzea. Erresistentzia, beraz, zenbait urte edo belaunaldi pasa ondoren populazioan gauzatzen den zerbait da. Giza populazioaren ugaltze-abiadura mendeko hiru bat belaunaldikoa da, baina zenbait egun edo aste nahikoak dira intsektu-belaunaldi berriak sortzeko.

«Zenbait kasutan, zentzuzkoagoa da kalte txiki bat jasatea, eta ez denbora luze batez batere eraginik jasan ez eta gerora garesti ordaintzea borrokatzeko benetako baliabideak galdu ditugulako», ohartarazi digu Landareak Babesteko Zerbitzuko zuzendari Briejer doktoreak Herbehereetan. «Ihinza ezazue ahal duzuen gutxien» izan behar luke gomendio praktikoak, eta ez «ihinza ezazue ahal duzuen artean»... Izurritearen gaineko presioak ahalik eta arinena izan behar luke beti.

Zoritarrez, ikuspegi hori ez da nagusitu Estatu Batuetako nekazaritza-zerbitzuetan. Nekazaritza Departamentuaren *Yearbook* argitalpenak —osorik intsektuei dedikatua—, 1952ko alean, aitortzen du intsektuak erresistente egiten direla, baina, era berean, dio «intsektiziden aplikazio gehiago edo kantitate handiagoak behar direla kontrol egokia gauzatzeko». Departamentuak ez du esaten zer gertatuko den probatzeke geratzen diren gai kimiko bakarrek lurra intsekturik gabe ez ezik bizirik gabe ere uzten badute. Baina, 1959an, oharpen hori egin eta zazpi urtera, Connecticuteko entomologo bat elkarriketatu zuten *Journal of Agricultural and Food Chemistry*-n; gutxienez bat edo bi intsektu-izurriterekin *eskura zegoen azken* material berria erabili izanaren ondorioei buruzkoa izan zen elkarriketa.

Briejer doktoreak haxe adierazi du:

«Argi baino argiago dago bide arriskutsutik goazela... *Bestelako kontrol-neurriei buruzko ikerketa oso sakonak egin beharko ditugu, eta neurri horiek biologikoak izan beharko dute, ez kimikoak. Indar hutsa*

erabili ordez, prozesu naturalak modurik arduratsuenean eta nahi dugun bidetik gidatzea izan behar dugu xede...».

Orientazio prestuagoa eta intuizio sakonagoa behar ditugu, eta ikertzaile askori falta zaiela sumatzen dut. Gure ulermenetik kanpo dagoen miraria da bizia, eta begirunea zor diogu, bai eta haren kontra joan behar dugunean ere... Hura kontrolatzeko intsektizidak eta antzeko armak baliatzeak ezaguera urriegia eta naturaren prozesuak gidatzeko ezintasuna erakusten ditu; ez gara ohartzen indarra gogor egitea ez dela beharrezkoa. Apaltasuna da jokabidea; harrokeria zientifikoak ez du tokirik hemen.

17. kapitulua

Beste bidea

Bidea bitan banatzen den puntu horretan gaude orain. Baina Robert Frosten poema ezaguneko bideak ez bezala, biak ez dira berdinak. Luzaroan egin dugun bidea errazegia da, autobide leun bat; abiada handian goaz, baina amaieran hondamendia dago. Besteak —gutxien erabiltzen denak— gure Lurra preserbatzea bermatzen duen helmugara heltzeko azken aukera, aukera bakarra, eskaintzen digu.

Aukeratzea, finean, guri dagokigu. Azkenean, asko jasan ondoren, «jakiteko eskubidea» aldarrikatu dugu, eta, jakin ondoren, ondorioztatu dugu arrisku zentzugabeak eta beldurgarriak har ditzagun eskatzen digutela; orduan, ez ditugu onartu behar gure mundua gai kimiko pozoitsuekin bete behar dugula esaten digutenen gomendioak; ingurura begiratu behar dugu, eta zer bide gehiago zabaltzen zaizkigun ikusi.

Intsektuen kontrol kimikorako, askotariko ordezeko ugari daude eskuragarri. Batzuk erabiltzen dira dagoeneko, eta sekulako arrakasta lortu dute. Beste batzuk laborategiko proba-fasean daude. Beste batzuk, berriz, zientzialarien adimen irudimentsuko ideiak baino ez dira, eta proban jartzeko aukeraren zain daude. Denek daukate ezaugarri bera: irtenbide *biologikoak* dira, eta kontrolatu nahi dituzten organismo bizidunak eta organismo horien bizi-lantegi osoa ezagutzea da haien oinarria. Biologiaren alor zabalaren zenbait eremu ordezkatzeko dituzten adituak —entomologoak, patologoak, genetistak, fisiologoak, biokimikariak, ekologistak— ari dira lanean, bakoitza bere ezaguerarekin eta bere etorri sortzailearekin, kontrol biotikoen zientzia berria eratzeko bidean.

Johns Hopkinseko biologo Carl P. Swansonek dioenez, «zientzia oro ibai batekin alderatu daiteke. Hasiera ilun eta apala du; tarte lasaiak ditu, bai eta lasterrak ere; lehorre-aldiak ditu, eta oparotasun-aldiak

ere bai. Abiadura hartzen du ikertzaile askoren lanari esker, eta beste pentsamendu-errekasto batzuek elikatzen dute; apurka garatzen diren orokortze eta kontzeptuek sakonagoa eta zabalagoa egiten dute».

Horrelakoa da kontrol biologikoaren zientzia, zentzu moder-noan. Estatu Batuetan, duela mende bat izan zituen bere hasiera ilunak, nekazariak arazoak sortzen zizkieten intsektuen etsai naturalak sartzeko lehenengo saioak egin zituztenean. Ahalegin horiek, batzuetan, poliki egiten zuten aurrera, eta, beste batzuetan, ez zuten aurreratzen, baina, noizean behin, abiada eta indarra hartzen zuten jazoera bikain baten bulkadaz. Lehorde-aldia ere izan zuen; hain zuzen, entomologia aplikatuko langileek, 1940ko hamarkadan agertu ziren intsektizida berri ikusgarriek itsututa, metodo biologikoei bizkar eman, eta hanka bat «kontrol kimikoaren gurgilean» jarri zutenean. Baina intsekturik gabeko mundu baten jomugak urruntzen jarraitu zuen. Orain, azkenean, ageriko bilakatu denean gai kimikoen erabilera arduragabea eta neurrigabea arriskutsuagoa dela guretzat xede dituen intsektuentzat baino, kontrol biotikoaren zientziaren ibaiak ura darama berriro, pentsamendu-errekasto berriek elikatuta.

Metodo berrien artean erakargarrienetako batzuek espezieen indarra beraien kontra desbideratu nahi dute; alegia, intsektu baten bizi-indarren bulkada intsektu hori bera suntsitzeko erabili nahi dute. Hurbilpen horietako ikusgarriena «arraren esterilizazio» tekniko da, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuaren Entomologia Ikerketaren Saileko buru Edward Knipping doktoreak eta haren lan-kideek garatua.

Duela mende-laurden bat inguru, Knipping doktoreak harrituta utzi zituen bere lankideak, intsektuak kontrolatzeko metodo bitxia proposatu zienean. Intsektu kopuru handiak esterilizatzea eta askatzea posible balitz —teorizatzen zuen—, ar esterilizatuak, egoera jakin batean, ar basati normalekin lehiatuko lirateke. Arrakasta izango luke horrek, eta, sarritan, askatu ondoren, arrautza antzuak soilik jarriko lituzkete eta populazioa deuseztatuko litzateke.

Proposamenak burokraziaren inertiarekin eta zientzialarien eszeptizismoarekin egin zuen topo, baina ideiak hor jarraitzen zuen, Knippingen buruan. Arazo handiago bat geratzen zen ideia proban jarri aurretik konpontzeko: intsektuak antzutzeko metodo praktikoa aurkitu behar zen. Akademikoki, 1916. urteaz geroztik, jakina zen X izpien

eraginpean jarritz intsektuak antzutu zitezkeela. G. A. Runner izeneko entomologo batek horrelako esterilizazio baten berri eman zuen orduan, tabako-kakalardoaren kasuan. X izpien bidezko mutazioen inguruan Hermann Mullerrek egindako lan aitzindariak pentsamendu-alor berri ugari zabaldu zituen 1920ko hamarkadaren amaieran, eta, mende horren erdialdera, hainbat ikertzailek X eta gamma izpien bidez antzututako dozena bat intsektu-espezieren berri eman zuten gutxienez.

Baina laborategiko esperimentuak ziren, eta bide luzea zegoen artean aplikazio praktikorako. Gutxi gorabehera 1950ean, Knippling doktoreak saio garrantzitsu bati ekin zion; alegia, hegoaldeko ganaduaren etsai handienetako bat —*Cochliomyia hominivorax* intsektua— desagerraraziko zuen arma bilakatu nahi zuen intsektuen esterilizazioa. Espezie horretako emeak odol beroko animalia baten edozein zauri irekitan jartzen ditu arrautzak. Larbak bizkarroiak dira, eta anfitruiaren haragitan bazkatzen dira. Infestazio handia duen idi heldu bat hamar egunean hil daiteke, eta kalkulatu dute Estatu Batuetako ganadu-galerak urtean 40 milioi dolarrean iristen direla. Basabiziaren kasuan, zailagoa da neurtzea, baina galerak handia izan behar du. Texaseko hainbat eremutako orein-urritasuna *Cochliomyia hominivorax*ari leporatzen diote. Intsektu tropikal edo subtropikala da, eta Hego Amerikan, Erdialdeko Amerikan eta Mexikon bizi da, bai eta Estatu Batuetan ere (normalean, hego-mendebaldean baino ez). 1933an, dena den, ustekabeaz sartu zuten Floridan, non klimak aukera eman baitzion neguan bizirik irauteko eta bertan ezartzeko. Alabama eta Georgia hegoaldean ere sartu zen, eta, laster, hego-ekialdeko estatuetako ganadu-industriak urtean 20 milioi dolarretik gorako galerei aurre egin behar izan ziren.

*Cochliomyia hominivorax*aren biologiari buruzko informazio kantitate handia bildu zuten urteetan Texaseko Nekazaritza Departamentuko zientzialariek. 1954rako, Floridako uharteetan aurreko landa-saio batzuk egin ondoren, Knippling doktorea prest zegoen bere teoria eskala handian probatzeko. Horretarako, Herbehereetako Gobernuarekin eginiko hitzarmena zela medio, kontinentetik bereizita gutxienez 50 miliara dagoen Karibeko Curaçao uhartera joan zen.

1954ko abuztuan hasita, Floridako Nekazaritza Departamentuko laborategi batean hazi eta antzututako *Cochliomyia hominivorax*ak hegazkinez bidali zituzten Curaçaoa, eta, handik, milia karratuko

400 intsektu askatu zituzten astean. Kasik berehala, saiakuntzetako ahuntzetan jarritako arrautza kopurua gutxitzen hasi zen, haien ugalkortasuna bezala. Intsektuak askatzen hasi zirenetik zazpi astera soilik, arrautza guztiak antzuak ziren. Handik gutxira, ezinezkoa zen arrautza pila bakar bat ere aurkitzea, antzua izan ala ez. *Cochliomyia hominivorax*a ezabatzea lortu zuten Curaçaon.

Curaçaoko esperimentuaren arrakastaren oihartzunak Floridako ganaduzaleen haginak zorroztu zituen; *Cochliomyia hominivorax*en izurritik libra zitzakeen antzeko zerbaite lortu nahi zuten. Curaçaoko kasuarekin alderatuta, Floridakoan oztopoak itzelak ziren —Karibeko uharte txikia baino 300 aldiz handiagoa zen lurraldea—, baina, 1957an, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuak eta Floridako Estatuak parte hartu zuten, ezabatze-ahaleginerako baliabideak jarriz. Proiektua gauzatzeko, astean 50 bat milioi *Cochliomyia hominivorax* ekoitzi behar ziren bereziki eraikitako «euli-fabrika» batean, eta aurrez antolatutako hegaldi-ereduak egingo zituzten 20 hegazkin arin behar ziren; egunean 5-6 orduz arituko ziren lanean hegazkinak, eta 200-400 euli irradiaturekin betetako kartoizko mila kaxa eramango zituen bakoitzak.

1957-1958ko negu hotzak —tenperatura izozgarriak Florida iparralderaino iritsi ziren— ustekabeko aukera eskaini zuen *Cochliomyia hominivorax*ak eremu txiki batera murriztu eta mugatzen zituzten bitartean programa abian jartzeko. Programa osatutzat eman zutenean, 17 hilabeteren buruan, artifizialki hazi eta antzututako 35 mila milioi euli askatu zituzten Florida gainean eta Georgia eta Alabamako eskualde batzuetan. *Cochliomyia hominivorax* espezieari egotz ziezaiokeen azken animalia-zauri infestaturia 1959ko otsailean ikusi zuten. Ondorengo asteetan, heldu batzuk harrapatu zituzten. Geroztik, ez zuten aurkitu *Cochliomyia hominivorax*en arrastorik. Hego-ekialdean, hura deuseztatzea lortu zuten; sormen zientifikoaren balioaren egiaztatze arrakastatsua izan zen, oinarrizko ikerketa sakonak, iraunkortasunak eta asmo tinkoak lagundua.

Orain, Mississippin jarritako berrogeialdi-barrera batekin lortu nahi da *Cochliomyia hominivorax*a hego-mendebaldetik —non tinko ezarria baitago— berriro ez sartzea. Han ezabatzea lantegi itzela litzateke, barne hartzen dituen eremu zabalak eta Mexikotik berriro inbaditzeko aukera aintzat hartuta. Hala eta guztiz ere, asko

dago jokoan, eta Departamenduak uste du, antza, *Cochliomyia hominivorax*en populazioa gutxienez oso maila txikian mantentzera bideratutako programa bati ekin ahalko zaiola laster Texasen eta hegomendebaldeko infestatutako beste eremu batzuetan.

Cochliomyia hominivorax euliaren aurkako kanpainaren arrakasta handiak beste intsektu batzuekin metodo bera erabiltzeko interes handia piztu du. Guztiak ez dira, jakina, teknika horretarako subjektu egokiak, biziaren historiaren xehetasunen, populazioaren dentsitatearen eta erradiazioarekiko erreakzioen mende baitago asko.

Britainiarrek esperimentuei ekin diete, Rhodesian tse-tse euliaren aurka metodo bera erabili ahal izango delakoan. Intsektu horrek Afrikaren herena inguru infestatzen du, arrisku bat da giza osasunarentzat eta ganadua haztea eragozten du 40 bat milioi milia karratuko baso-larre batean. Neurri handi batean, tse-tsearen ohiturak desberdinak dira *Cochliomyia hominivorax*aren ohituren aldean, eta, erradiazioaren bidez antzutu daitekeen arren, arazo tekniko batzuk landu behar dira metodoa erabilgarri izan aurretik.

Britainiarrek jada egin dituzte zenbait saio beste espezie askoren erradiazioarekiko sentikortasunari dagokionez. Estatu Batuetako zientzialariek lortu dituzte hasierako emaitza itxaropentsu batzuk meloiaren euliarekin eta ekialdeko eta Mediterraneoko fruta-euliarekin; laborategiko probetan Hawaiiin, eta landa-probetan Rota uharte urrunean. Arto-zulatzailarekin eta azukre-kanaberaren zulatzailarekin ere probak egiten ari dira. Era berean, badirudi aukerak badaudela medikuntzan garrantzia duten intsektuak antzutuz kontrolatzeko. Zientzialari txiletar batek adierazi zuenez, malariaren eltxoek iraun egiten dute haren herrialdean, intsektizida-tratamenduak erabiltzen diren arren; ar antzuak askatzeak ekar dezake, beraz, populazio hura ezabatzeke behar den kolpea.

Erradiazioaren bidez antzutzeak begi-bistako zailtasunak ditu, eta, beraz, antzeko emaitzak lortzeko metodo errazagoak ikertzen hasi dira zientzialariak; antzutzaile kimikoek bereganatu dute orain arreta osoa.

Nekazaritza Departamentuko zientzialariak etxe-eulia antzutzen ari dira orain Orlandon, Floridan, laborategiko esperimentuetan, bai eta landa-saiakuntza batzuetan ere, eta gai kimikoak erabiltzen dituzte elikagai egokiei gehituta. Florida Keyseko uharte batean 1961ean

egindako proba batean, euli-populazio bat ia deuseztatu zuten bost astean soilik. Gertuko uharteetatik berriro etorri ziren, jakina, baina proba arrakastatsua izan zen proiektu pilotu gisa. Metodoaren etorkizunak Departamentuan eragiten zuen irrika ulertzekoa da. Hasteko, ikusi dugun moduan, etxe-eulia kasik kontrolaezina zen intsektiziden bidez. Kontrol-metodo erabat berria behar zen, dudarik gabe. Erradiazioaren bidezko antzutzearen arazoetako bat da basa-populazioan dauden baino ar antzutu gehiago askatu behar direla, modu artifizialean hazteaz gain. *Cochliomyia hominivorax*arekin egin daiteke hori, gaur egun ez baita horren ugaria. Etxe-euliaren kasuan, ordea, askatzeen bidez populazioa bikoiztetik haratago joatea gaitzesgarria litzateke, denboraldi baterako dela jakinda ere. Antzutzaile kimikoa, bestalde, amu-gai batekin konbinatu ahalko litzateke, eta euliaren ingurune naturalean sartu; hartatik jaten duten intsektuak antzu geratuko lirateke, eta, denborarekin, euli antzuak nagusitu eta intsektuak beren kabuz desagertuko lirateke.

Gai kimikoen antzutzeko gaitasuna probatzea askoz zailagoa da gai kimiko pozoitsuak probatzea baino. Hogeita hamar egun hartzen ditu gai kimiko bat ebaluatzeak, nahiz eta, jakina, zenbait saioaldi berean egin daitezkeen. Dena dela, 1958ko apirila eta 1961eko abendua bitartean, ehunka gai kimiko bahetu zituzten Orlandoko laborategian, antzutze-eraginik ba ote zuten ikusteko. Nekazaritzako Departamentua pozik dago, antza, haien artean itxura ona duten batzuk aurkitu dituztelako.

Orain Departamentuaren beste laborategi batzuk ari dira gaia jorratzen; korta-eulien, eltxoen, kotoi-leketako gurgurioen eta askotariko fruta-eulien aurka, gai kimikoak probatzen ari dira. Hori guztia esperimental da oraindik, baina, kimioantzutzaileen inguruko lana hasi zenetik, asko hazi da proiektua urte gutxian. Teorian, hainbat ezaugarri erakargarri ugari ditu. Knipling doktoreak adierazi duenez, intsektu-antzutze kimiko eraginkor batek «aise gaindi litzake dauden intsektizida onenetako batzuk». Demagun balizko egoera bat non milioi bat intsektu dituen populazio bat boskoiztu egiten baita belaunaldi bakoitzean. Intsektizida batek belaunaldi bakoitzaren ehuneko laurogeita hamar akaba lezake, eta 125.000 bizirik utzi hirugarren belaunaldiaren ondoren. Horrekin alderatuta, ehuneko laurogeita hamarreko antzutasuna eragiten duen gai kimiko batek 125 intsektu soilik utziko lituzke bizirik.

Txanponaren beste aldean, ahalmen oso handiko zenbait gai kimiko daude. Zorionez, hasierako etapa honetan bederen, kimioantzutzaileekin lanean ari diren gehienak jabetzen dira, antza, gai kimiko seguruak eta erabilera-metodo seguruak aurkitu behar direla. Hala eta guztiz ere, han-hemenka, entzuten da antzutzaile kimiko horiek airetiko spray gisa aplikatu behar liratekeela, ijito-sitsaren larbak mastekatzen duen hostotza estaltzeko, adibidez. Gai honen inguruko arriskuak aurrez zorrotz ikertu gabe horrelako prozedura bati ekitea arduragabekeriarik gorena litzateke. Kimioantzutzaileen arrisku potentzialak une oro buruan ez baditugu, gerta liteke intsektizidek sortzen dituzten baino arazo larriagoetan sartuta aurkitzea gure burua.

Une honetan probatzen ari diren antzutzaileak bi taldetan biltzen dira, oro har, eta bi taldeak dira oso interesgarriak jarduteko erari dagokionez. Lehenengo taldekoak oso lotuta daude zelularen bizi-prozesuekin, edo metabolismoarekin; hau da, zelulak edo ehunak behar duen substantziaren antz handia dute, eta, horregatik, organismoak benetako metabolitoarekin «nahasten» du, eta haren ohiko eraikitze-prozesuetan sartzen saiatzen da. Baina egokitzapena okerra da, xehetasun batzuei dagokienez, eta prozesua eten egiten da. Gai kimiko horiei antimetabolito deritze.

Bigarren taldekoak kromosomari eragiten dioten gai kimikoak dira. Ziur asko, geneen substantzia kimikoei eragiten diete, eta kromosomaren haustura ekartzen dute. Talde horretako antzutzaile kimikoak agente alkilatzaileak dira, gai kimiko ikaragarri erreaktiboak, eta gai dira zelula-suntsiketa handia eragiteko, kromosomak kaltetzeko eta mutazioak sortzeko. Londresko Chester Beatty Ikerketa Institutuko doktore Peter Alexanderren ikuspegiaren arabera, «intsektuak antzutzen eraginkorra den edozein agente alkilatzaile mutageno eta kartzinogeno indartsua izan liteke era berean». Alexander doktorearen iritziz, intsektuak kontrolatzeko gai kimiko horiek erabiltzeak «eragozpen zorrotzenak ekarriko lituzke». Espero dezagun, beraz, egungo esperimentu horiek ez gaitzela eraman gai kimiko zehatz horiek erabiltzera, baizik eta beste batzuk —seguruak eta xede intsektuarekiko eraginari dagokionez oso espezifikoak— aurkitzera.

Azken lan interesgarrienetako batek zerikusia du intsektuen beren bizi-prozesuetatik armak asmatzeko beste bide batzuekin. Intsektuek askotariko pozoiak, erakargarriak, uxagarriak... sortzen dituzte. Zein da

sekrezio horien izaera kimikoa? Erabili ahaliko ote dira oso intsektizida selektibo gisa? Cornell Unibertsitateko eta beste hainbat tokitako zientzialariak galdera horietako batzuei erantzuna aurkitzen saiatzen ari dira, harraparien erasoei aurre egiteko intsektu askok dituzten defentsa-mekanismoak aztertuz eta intsektuen sekrezioen egitura kimikoak ebatziz. Beste zientzialari batzuk «gaztetasunaren hormona» deiturikoaren gainean ari dira lanean. Hormona hori substantzia indartsu bat da, intsektu-larba hazkunde-fase egokira iristen den arte haren metamorfosia galarazten duena.

Intsektuen sekrezioen inguruko azterketa horren emaitza erabilgarri berehalakoena amuzkien edo erakargarrien garapena izan liteke. Naturak, berriro ere, bidea erakutsi digu. Ijito-sitsa adibide biziki interesgarria da. Sits emeak gorputz astunegia du hegan egiteko. Lurrean edo lurretik gertu bizi da, landare baxuen artean jira-biraka edo zuhaitz-enborretan arrastaka. Arra, aldiz, hegalaria trebea da, eta emeak glandula berezi batzuetatik jariatzen duen usainak erakartzen du urrutitik ere. Entomologoez urte askoan baliatu dute alderdi hori, eta buru-belarri aritu dira sits emeen gorputzeko erakargarri sexual hori prestatzen. Intsektuen bizi-eremuaren muga egindako erroldatze-jardueretan, arrak harrapatzeko tranpetan erabili izan dute. Baina oso prozedura garestia zen. Ipar-ekialdeko estatuetakoz izurriei publizitate handia eman zieten arren, ez zegoen materiala eskuratzeko behar beste ijito-sits, eta eskuz bildutako pupa emeak inportatu behar izan zituzten Europatik; kasu batzuetan, dolar-erdia ordaindu zuten ale bakoitzeko. Urteetako ahaleginen ondoren, Nekazaritza Departamentuko kimikariek erakargarria isolatzea lortu zuten, eta aurrerakuntza handia izan zen. Aurkikuntza horren ondoren, errizino-olioaren osagai bat erabiliz, material sintetiko bat prestatu zuten («gyplure»); material horrek erabat nahasten ditu sits arrak, eta gainera, substantzia naturala bezain erakargarria da, antza. Tranpa batean kantitate txiki bat —miligramo bat (1/1.000 g)— jartzea aski da amuzki eraginkorra izateko.

Horrek guztiak interes akademikoa gairatzen du; izan ere, gyplure berri eta merke hori kontrol-lanean erabil daiteke, eta ez soilik erroldatze-jardueretan. Aukera erakargarrienetako batzuk probatzen ari dira orain. Gerra psikologikoaren alorreko esperimentutzat har litekeen horretan, substantzia erakargarria material pikortsu batekin konbinatzen dute, eta hegazkinez barreiatzen dute. Helburua da sits

arra nahastea eta ohiko jokabidea aldaraztea; usain erakargarrien nahaspila horretan, ezingo du aurkitu emearenganaino eramango duen benetako usaina. Eraso-lerro hori are urrutiago eramaten ari dira zenbait esperimentutan; arra tronpatzea eta gezurrezko eme bat estaltzen saiatzea dute xede. Laborategian, ijito-sits arrak saiatsu dira egur-ezpaltxoekin, bermikulita zatiekin eta beste objektu txiki bizigabe batzuekin kopulatzen, betiere gyplurez behar bezala bustita bazeuden. Estaltze-sena bide ez-emankorretara desbideratzeko saio horiek populazioa urritzeko baliagarri izango ote diren probatzeke dago, baina aukera interesgarria da.

Ijito-sitsaren amuzkia izan zen sintetizatu zuten lehenengo intsektu-erakargarri sexuala, baina, ziur asko, laster izango dira gehiago. Nekazaritzari eragiten dioten intsektu asko ari dira aztertzen, imitatzeke balizko erakargarriak sortzeko. Emaizta itxaropentsuak lortu dituzte *Mayetiola destructor* eta *Manduca sexta* espezieekin.

Erakargarrien eta pozoien konbinazioak probatu dituzte intsektu-espezie askoren kontra. Gobernuko zientzialariek metil-eugenol izeneko erakargarri bat garatu dute, ekialdeko fruta-euli eta meloi-euli arrentzat ezin erakargarriagoa dena. Pozoiarekin konbinatuta probatu dute Bonin uharteetan, Japoniatik hegoaldera 450 miliara. Kartoi zatitxoak busti zituzten bi gai kimiko horiekin, eta airetik barreiatu zituzten uharte kate osoan, euli arrak erakarri eta hiltzeko. «Arrak deuseztatzeke programa» horri 1960an ekin zioten. Urtebete geroago, Nekazaritza Departamentuaren arabera, populazioaren ehuneko laurogeita hemeretzi baino gehiago deuseztatua zegoen. Metodoak, erabili zuten aplikatzeko moduak, abantaila nabarmenak ditu, antza, intsektizidak barreiatzeko ohiko metodoarekin alderatuta. Pozoia —fosfato organikozko gai kimiko bat— basabereek nekez jango duten kartoiaren ertzetara mugatzen da; pozoiz hondakinak, gainera, laster desagertzen dira, eta, hala, ez dago lurzorua edo ura kutsatzeko arriskurik.

Baina, intsektuen munduan, komunikazioa ez da mugatzen usain erakargarri edo uxagarrietara. Soinua ere izan daiteke ohartzeko edo erakartzeko tresna. Hegan doan saguzar batek etengabe igortzen dituen ultrasoinuak (iluntasunean nora jo jakiteko radar-sistema gisa baliatzen dute) entzun egiten dituzte zenbait tximeletak, eta, hala, harrapatzea saihestu dezakete. Hurbiltzen ari diren euli bizkarroien hego-soinuak zerra-euliaren larbei ohartarazten die, saldoetan bil daitezen elkar

babesteko. Bestalde, egiten dituzten soinuei esker aurkitzen dituzte parasitoek hainbat intsektu zur-jale, eta eltxo arrentzat sirena-hotsa da emeen hego-astintzea.

Nola balia dezakegu, baliatzerik baldin badugu, intsektuek soinuak bereizteko eta erreakzionatzeko duten gaitasun hori? Eltxo emeak hegan doanean egiten duen soinuaren grabazioen bidez, arrak erakartzea lortu izan da, baina oraindik ere saiakuntza-fasean dago prozedura hori. Arrak elektrizitatez kargatutako sare batera erakarri eta hil zituzten. Kanadan, ultrasoinu-eztanden ondorio uxatzaileak probatzen ari dira arto-zulatzaileen eta zenbait tximeleta-larbaren kontra. Animalien hotsetan adituak diren Hawaiiko Unibertsitateko irakasle Hubert eta Mable Fringen iritziz, intsektuen soinu-ekoizteari eta -harmenari buruz dagoen ezagutza zabala argitzeko eta aplikatzeko giltza egokia aurkitzea baino ez du falta soinuarekin intsektuen jokabideari eragiteko landa-metodoak. Soinu erakarleek baino aukera gehiago eskaintzen dituzte uxatzaileek. Fringstarrek aurkitu zuten arabazozoak asalaturik sakabanatzen direla haietako baten atsekabe-oihua entzutean; jokabide horretan, egon liteke intsektuei aplikatzeko moduko zerbait. Industria-gizonen ikuspegi praktikoaren arabera, benetako aukerak daude, antza. Hala, korporazio elektroniko nagusietako bat, bederen, haiek probatzeko laborategi bat prestatzen ari da.

Era berean, zuzeneko suntsiketa-eragile gisa probatzen ari dira soinua. Ultrasoinuak laborategi-ontzi bateko eltxo-larba guztiak akabatuko ditu; dena dela, beste organismo urtar batzuk ere berdin akabatuko ditu. Beste esperimentu batzuetan, haragi-euliak, irin-harrak eta sukar horiaren eltxoak akabatu dituzte airetiko ultrasoinuek segundo batzuetan. Egunen batean mirari elektronikoek errealtate bihurtuko dituzten intsektu-kontrolaren kontzeptu erabat berrietaranzko bidean eman diren lehenengo urratsak dira aipatutako esperimentu horiek guztiak.

Intsektuen kontrol biotiko berria ez da elektronika-kontua, gamma erradiazioaren kontua edo gizakiaren buru azkarraren ondorioa soilik. Metodo horietako batzuek antzinako erroak dituzte, gu gu bezala intsektuak ere gaitzen mende daudelako ezagueran dute oinarria. Bakterioengatiko infekzioek haien populazioak suntsitzen dituzte, antzinako izurriek bezala; birus baten erasopean, saldoak gaixotu

eta hil egiten dira. Aristotelesen garaia baino lehenago ere, jakina zen intsektuek gaitzak zituztela; zeta-harraren gaixotasunak gorensten zituzten Erdi Aroko olerkietan, eta intsektu horien beren gaitzak aztertuz iritsi zen Pasteur, lehen aldiz, gaitz infekzioen printzipioak argitzera.

Birusek eta bakterioek izan ezik, onddoek, protozoek, har mikroskopikoek eta, oro har, gizateriaren sostengu den bizi ñimiñoaren mundu ikusezin horretako beste izaki bizidun batzuek ere erasotzen diete intsektuei. Mikrobioen artean, gaitzak eragiten dituzten organismoek gainera, hondakinak suntsitzen dituztenak, lurzorua emankor egiten dutenak, eta hartziduran, nitrifikazioan eta antzeko prozesu askotan esku hartzen dutenak ere badaude. Zergatik ez digute lagunduko, bada, intsektuak kontrolatzen?

Elie Metchnikoff hemeretzigarren mendeko zoologoa izan zen mikroorganismoen erabilera hori ikusten lehenengoetakoa. Hemeretzigarren mendeko azken hamarkadetatik hogeigarren mendearen erdira bitarte, mikrobio-kontrolaren ideia forma hartzen joan zen pixkanaka. Ingurunean gaitza sartuz intsektu bat kontrolpean jar zitekeelako lehenengo egiaztatze erabakigarria 1930eko hamarkadaren amaieran heldu zen, esne-gaitza aurkitu eta kakalardo japoniarrarekin erabili zutenean. *Bacillus* generoko bakterio baten esporek eragiten dute gaitz hori. Bakterio bidezko kontrolaren adibide klasiko horrek erabilera-historia luzea du Estatu Batuetako ekialdean, 7. kapituluari aipatu dudana bezala.

Itxaropen handiak daude orain genero horretako beste bakterio batekin —*Bacillus thuringiensis*— egiten ari diren saiakuntzetan. Alemanian aurkitu zuten bakterio hori lehen aldiz, Thuringia probintzian, 1911n, eta ikusi zuten septizemia hilgarria eragiten ziola piralidoen larbari. Pozoituz hiltzen du bakterio horrek egiatan, gaitzaren bidez hil beharrean. Hagaxka begetatiboen artean, esporekin batera, kristal berezi batzuk ditu; kristal horien osagaia proteina-substantzia bat da, oso toxikoa zenbait intsekturentzat eta, bereziki, lepidoptero-larbentzat. Toxina horrekin estalitako hostoetatik jan eta berehala, paralisiak jotzen du larba, jateari uzten dio eta segituan hiltzen da. Helburu praktikoei dagokienez, jateari laster uzte hori abantaila handia da, patogenoa aplikatu eta kasik berehala geldiarazten baita uztari egin diezaioketen kaltea. *Bacillus thuringiensis*en esporak dituzten

konposatuak manufacturatzan dituzte orain Estatu Batuetako enpresa batzuek hainbat markarekin. Landa-saiakuntzak egiten ari dira hainbat herrialdetan: Frantzian eta Alemanian, aza-tximeletaren larbaren aurka; Jugoslavian, *Hyphantria cuneata* aurka; eta Sobiet Batasunean, *Malacosoma* generoko beldar baten kontra. Panaman, 1961ean hasi ziren saiakuntzak egiten, eta baliteke banana-hazleen arazo larrienetako baten edo gehiagoren konponbidea izatea bakterio-intsektizida hori. Han, sustrai-zulatzaileak izurri larria eragiten die bananari; sustraiak hain ahul uzten ditu, ezen haizeak aise botatzen baititu zuhaitzak lurrera. Dieldrina izan da zulatzailearen aurkako gai kimiko eraginkor bakarra, baina, orain, hondamendi-katea ekarri du.

Zulatzaileak erresistente egin dira. Gai kimiko horrek intsektu-harrapari garrantzitsu batzuk ere deuseztatu ditu, eta *Tortricidae* familiako sitsa ugaltzea ekarri du horrek. Gorputz sendoko sits txiki bat da, eta haren larbak bananen gainazala orbaintzen du. Badaude arrazoiak pentsatzeko biak deuseztatuko dituela mikrobio-intsektizida berriak —*Tortricidae* familiako sitsak eta zulatzaileak—. Gainera, itxuraz, deuseztatze horrek ez ditu desorekatuko kontrol naturalak.

Choristoneura fumiferana, ijito-sitsak eta antzeko baso-intsektuek eragiten dituzten arazoen irtenbide garrantzitsu izan daitezke bakterio-intsektizidak Kanadako eta Estatu Batuetako ekialdeko basoetan. 1960an, bi herrialde horiek landa-saiakuntzak egiten hasi ziren *Bacillus thuringiensis*en prestakin komertzial batekin. Lehenengo emaitzetako batzuk itxaropentsuak izan ziren. Vermonten, adibidez, DDTarekin bezain emaitza onak lortu zituzten bakterio-kontrolarekin azkenean. Bakterio-esporak hostoiraunkorren orratzetara atxikita utziko dituen disoluzio bat aurkitzea da orain arazo tekniko nagusia. Uzten kasuan, hori ez da arazo, hautsa ere erabil baitaiteke. Bakterio-intsektizidak probatu dituzte dagoeneko askotariko begetaletan, bereziki Kalifornian.

Bitartean, beste lan bat egiten ari dira birusekin, ez horren ikusgarria agian. Kaliforniako alpapa-soroak ihintzatzen dituzte, bazter guztietan, alpaparen beldar suntsitzailearentzat beste edozein intsektizida bezain hilgarria den substantzia batekin: gaitz biziki birulento batekin kutsatuta hil diren beldarren gorpuetatik ateratako birusa duen disoluzioa. Gaitzak jotako bost beldarren gorpuak aski dira akre bat alpapa-soro tratatzeko beste birus lortzeko. Kanadako baso

batzuetan, pinuetako zerra-euliei eragiten dien birusak erakutsi du oso eraginkorra dela, eta intsektizidak ordezkatu ditu.

Txekoslovakiako zientzialariak protozooei saiakuntzak egiten ari dira *Hyphantria cuneata* eta beste intsektu-izurri batzuen aurka erabiltzeko. Estatu Batuetan, berriz, aurkitu dute protozoo-parasito batek urritu egiten duela arto-zulatzailaren arrautzak erruteko gaitasuna.

Beste bizi-forma batzuk arriskuan jar ditzakeen gerra bakteriologikoaren irudia ekarriko die gogora batzuei, agian, mikrobiointsektizida terminoak. Hori ez da egia. Gai kimikoei alderatuta, intsektu-patogenoek xede duten horri baino ez diote kalterik egiten.

Edward Steinhaus doktoreak —intsektuen patologian aditua— argi eta garbi esaten duenez, intsektu-patogeno batek animalia ornodun bati gaitz infekzioso bat eragin izanari buruzko datu egiaztaturik ez dago, ez saiakuntzetan, ez eta naturan ere.

Intsektu-patogenoak oso espezifikoak dira, eta intsektu talde txiki bat baino ez dute infektatzen; batzuetan, espezie bakar bat. Biologikoki, ez dira goi-mailako animaliei edo landareei gaitza eragiten dien organismo motakoak. Era berean, Steinhaus doktoreak dioen bezala, naturan intsektuei eragindako gaitz-izurriteak intsektuetara mugatzen dira, eta ez diete eragiten landare anfitrioiei, ez eta haietatik bazkatzen diren animaliei ere.

Intsektuek etsai natural ugari dituzte; askotariko mikrobioak ez ezik, beste intsektu batzuk ere bai. Intsektu bat haren etsaiak zirikatuz kontrola daitekeelako iradokizuna Erasmus Darwini (1800) dagokiola uste da, oro har. Intsektu bat beste baten aurka jartzeko metodoa gai kimikoen ordezkotzat hartu izan da, hedatuki eta oker; seguruenik, kontrol biologikoaren alorrean modu zabalean erabilitako lehenengo metodoa izan zelako.

Estatu Batuetan, 1888koak dira kontrol biologiko konbentzionalaren hastapenak. Garai hartan, Albert Koebele —entomologo esploratzaile mordo gero eta handiagotik lehena— Australiara joan zen, Kaliforniako zitrikoen industria suntsitzeko arriskuan jarri zuen *Pericarya purchasi*aren etsai naturalak aurkitzeko asmoz. 15. kapitulan ikusi dugun bezala, misioa arrakastatsua izan zen oso, eta, hurrengo mendeen, mundua orraztu dute gure kostaldera gonbidatu gabe etorri

diren intsektuak kontrolatzeko etsai naturalen bila. Guztira, inportatutako 100 bat espezieetako harrapariak eta parasitoak kokatu dira. Koebelek ekarritako *Rodolia cardinalis*ak bakarrik ez, inportatutako beste espezie batzuek ere arrakasta handia izan zuten. Japoniatik inportatutako liztor batek kontrolpean jarri zuen erabat ekialdeko sagastiei erasotzen zien intsektu bat. Ekialde Hurbiletik ustekabean inportatutako alpapa-afido orbandunaren etsai natural batzuk Kaliforniako alpapa-industriaren salbatzailetzat hartzen dira. Ijito-sitsaren parasitoek eta harrapariek kontrol egokia ezarri zuten, *Tiphia* liztorrek kakalardo japoniarraren aurka ezarri zutena bezalakoa. Kalkuluen arabera, *Coccidae* eta *Pseudococcidae* familietako intsektuen kontrol biologikoari esker, urtean milioika dolar aurrezten dira Kalifornian. Estatu hartako entomologo nagusietako batek, Paul DeBach doktoreak, egindako kalkuluen arabera, kontrol biologikoan 4 milioi dolar inbertituta, 100 milioi dolar jaso ditu Kaliforniak ordainetan.

Etsai naturalak inportatzearen bidez egindako izurri larrien kontrol biologikoen adibide arrakastatsuak aurkitu daitezke mundu osoan, berrogei bat herrialdetan. Kontrol-metodo horrek beste gai kimikoen aldean dituen abantailak begi-bistakoak dira: merke samarra da, iraunkorra da eta ez du hondakin pozoitsurik uzten. Alabaina, kontrol biologikoak ez du laguntzarik jaso. Kalifornia da kontrol biologikoari buruzko programa formal bat duen estatu ia bakarra, eta estatu askok ez dute egun osoz horretan diharduen entomologo bakar bat ere. Agian sostengu faltagatik, intsektu etsaien bidezko kontrol biologikoa ez da beti gauzatu behar besteko zehaztasun zientifikoz. Gutxitan egin dituzte intsektu-harrapakinen populazioarekiko inpaktu-azterketa zehatzak, eta intsektu-askatzeak ez dituzte beti egin arrakastaren eta porrotaren arteko aldeak eskatuko lukeen doitasunarekin.

Harraparia eta harrapakina ez dira bakarka existitzen; egundoko bizi-sare baten partaide dira, eta osotasun horretan hartu behar dira aintzat. Beharbada, kontrol biologiko konbentzionalenak basoetan dituzte aukera handienak. Egungo nekazaritzako soroak artifizialak dira oso, ez dute naturak sorturiko ezeren antzik. Baina basoetakoa beste mundu bat da, ingurune naturalari estuago lotua. Mundu horretan, gutxieneko laguntza batekin eta gizakiaren esku-hartze ahalik eta txikienez, naturak bere bidea egin dezake, basoak intsektuen kalte neurrigabeetatik babesten dituen kontrol- eta oreka-sistema bikain eta korapilatsua eraikiz.

Estatu Batuetako basozainek intsektuen parasitoak eta harrapariak sartzerekin lotu dute, nagusiki, kontrol biologikoa. Kanadarrek ikuspegi zabalagoa dute. Eta europar batzuk inor baino urrutirago joan dira; eta «baso-higiene»aren zientzia harritzeko moduan garatu dute. Basozain europarren ikuspegiaren arabera, hegaztiak, inurriak, baso-armiarmak eta lurzoruko bakterioak basoaren parte dira, zuhaitzak beste, eta arreta handiz ibiltzen dira baso berri batean agente babesle horiek sartzera. Hegaztiak suspertzea da lehenbiziko urratsetako bat. Basogintza intentsiboko garai honetan, zuhaitz huts zaharrak desagertu dira, eta, haiekin batera, okilentzako eta habia zuhaitzetan egiten duten beste hegazti batzuentzako etxeak ere bai. Hegaztiak berriro basora erakartzen dituzten habia-kutxekin egin diete aurre gabezia horri. Beste kutxa batzuk hontzentzat eta saguzarrentzat bereziki diseinatu dituzte, izaki horiek iluntasun-orduetan egin dezaten hegazti txikiak egun-argiz egiten duten intsektu-ehiza.

Baina hori hasiera baino ez da. Europako basoetako kontrol-lan liluragarrienetako batzuetan, basoko inurri gorria —Ipar Amerikan, zoritxarrez, ez dago espezie horretako izakirik— baliatzen dute intsektu-harrapari oldarkor gisa. Karl Gosswald Würzburgeko Unibertsitateko katedradunak inurri hori hazteko eta koloniak ezartzeko metodo bat garatu zuen duela 25 bat urte. Haren zuzendaritzapean, inurri gorriaren 10.000 kolonia baino gehiago ezarri zituzten 90 bat saiakuntza-eremutan Alemaniako Errepublika Federalean. Gosswald doktorearen metodoari jarraitu diote Italian eta beste herrialde batzuetan, non inurri-etxaldeak ezarri baitituzte basoetan banatzeko koloniak hornitzeko. Apeninoetan, adibidez, ehunka habia ipini dituzte birlandatutako eremuak babesteko.

«Zuen basoetan hegazti eta inurri babesleen konbinaketa bat lortzen baduzue, eta horiekin batera saguzar eta hontz batzuk, jada hobetu duzue berez oreka biologikoa», adierazi du Alemaniako Mollneko basozainak, Heinz Ruppertshofen doktoreak. Haren ustean, harrapariak edo parasitoak bakarka sartuta eraginkortasun txikiagoa lortzen da zuhaitzen «adiskide naturalak» sortaka sartuta baino.

Mollneko basoetan, inurri-kolonia berriak alanbrezko hesien bidez babesten dituzte okiletatik, baja kopurua gutxitzeko. Modu horretan, okilek —ehuneko 400 ugaldutako 10 urtean saiakuntza-eremu batzuetan— ez dituzte inurri-koloniak larri urritzen, eta harrapatzen

dituztenengatik garesti ordaintzen dute, beldar kaltegarriak irensten baitituzte zuhaitzetatik. Koloniak zaintzeko lana (hegaztientzako habia-kutxak ezartzea, adibidez) bertako eskolako 10-14 urteko haurrek hartzen dute beren gain, neurri handi batean. Kostuak bereziki apalak dira; etekinak, berriz, handiak: basoak iraunkorki babestearen parekoak.

Ruppertshofen doktorearen lanaren beste ezaugarri oso interesgarri bat armiarmen erabilera da, eta, antza, aitzindari da horretan. Armiarmen sailkapenari eta historia naturalari buruzko literatura ugari dagoen arren, zatikatua eta sakabanatua dago, eta ez du aztertzen kontrol biologikoko agente gisa duten balioa. Ezagutzen diren 22.000 armiarma-espezieetatik 760 Alemaniakoak dira jatorriz (eta 2.000 inguru, Estatu Batuetakoak). Hogeita bederatzi armiarma-familia Alemaniako basoetan bizi dira.

Armiarmeia dagokienez, egiten duten sare mota da basozainen-tzako gairik garrantzitsuena. Sare biribila egiten duten armiarmak dira garrantzitsuenak; haietako batzuk hain ugariak dira, ezen intsektu hegalaria guztiak harrapa baititzakete. Baratze-armiarmaren sare handi batek (16 bat hazbeteko diametroa) 120.000 nodulu itsaskor inguru ditu albainuetan. Armiarma bakar batek, 18 hilabeteko bizitzan, 2.000 intsektu deusezta ditzake, batez beste. Baso biologikoki osasuntsu batek 50-150 armiarma ditu metro karratuko (yarda karratu bat baino zertxobait handiagoa da metro karratua). Gutxiago daudenean, arrautzak dituzten zorro-itxurako kskuak bilduz eta banatuz berdindu daiteke defizita. «Liztor-armiarmaren hiru kuskuk —Amerikan ere badago— 200.000 intsektu hegalaria harrapa ditzaketen 1.000 armiarma dituzte», esan zuen Ruppertshofen doktoreak. Udaberrian jaiotzen diren sare biribileko armiarma-kume txiki eta delikatuak biziki garrantzitsuak dira, «talde-lanean aterki-sare bat eraikitzen dutelako goiko zuhaitz-kimuetan, eta, hala, kimu gazteak intsektu hegalarietatik babesten dituztelako». Armiarmak azalberritu eta hazi ahala, sarea handiagotzen dute.

Biologo kanadarrak ikerketa-ildo bertsutik joan dira, baina badira ezberdintasun batzuk; izan ere, Ipar Amerikako basoak nagusiki naturalak dira, eta ez landatuak, eta basoak osasuntsu mantentzen laguntzeko dauden espezieak zertxobait ezberdinak dira. Kanadan, ugaztun txikiei ematen diete garrantzia. Ugaztun horiek ikaragarri

eraginkorrak dira zenbait intsektu kontrolatzeko; bereziki, basoko lurzoru harroan bizi diren intsektuak kontrolatzeko. Intsektu horien artean, zerra-euliak daude. Hostoiraunkorren orratzak ebaki eta ebakiduran arrautzak jartzeko, zerra-itxurako obopositorea du emeak, eta hortik datorkie izena. Larba lurrera erortzen da, eta kusuak egiten ditu alertze amerikarren azpiko lurzoruko zohikatzean edo izei edo pinuen azpiko humusean. Baina, basoko lurraren azpian, ugaztun txikiek —sagu hankazuriak, lursaguak eta askotariko satitsuak— eginiko tunel eta korridoreen mundua dago, abaraska-itxurakoa. Tunel-zulatzailer txiki horietatik guztietatik, satitsu jatunak aurkitu eta kontsumitzen ditu zerra-eulien kusu kopuru handienak. Kusuaren gainean aurreko hanka jarri, eta muturretik hasita koska eginez jaten ditu; eta gaitasun ikaragarria du kusu hutsak eta beteak bereizteko. Eta jateko gogo aseezinari dagokionez, satitsuek ez dute lehiakiderik. Lursaguak egunean 200 bat kusu jan ditzake; satitsuak, berriz, espeziearen arabera, 800 bat ere irents ditzake. Kuskuen ehuneko 75-98 deuseztatzea lor liteke horrela, laborategi-saiakuntzen arabera.

Ternua uhartean, ugaztun txiki eraginkor horien irrikan daude, eta ez da harritzekoa, han ez baitago jatorrizko satitsurik eta zerra-euliz josita baitago. 1958an, saiatu ziren zerra-euliaren harrapari eraginkorrena, satitsu moztarotua, sartzen. Funtzionario kanadarrek 1962an adierazi zutenez, saioa arrakastatsua izan zen. Satitsuak ugaltzen eta hedatzen ari dira uharte osoan, eta markatutako indibiduo batzuk berreskuratu dituzte askatu zituzten tokitik hamar miliara ere.

Horra hor, bada, armamentu-bateria oso bat basoko harreman naturalak zaintzeko eta sendotzeko irtenbide iraunkor bila gogotsu dabiltzan basozaintzat eskuragarri. Basoko izurrien kontrol kimikoa, kasurik onenean ere, benetako irtenbiderik ematen ez duen behin-behineko bitarteko bat da, eta, kasurik okerreanean, berriz, basoko erreketako arrainak hiltzen ditu, intsektu-izurriteak eragiten ditu, eta kontrol-bide naturalak eta sartzen saiatzen diren bestelako kontrolak suntsitzen ditu.

Ruppertshofen doktoreak dioen bezala, «neurri bortitz horien bidez, basoko bizi-baltzua desorekan dago erabat, eta parasitoei eragindako hondamendiak gero eta sarriago errepikatzen dira... Hortaz, bertan behera utzi behar ditugu guretzat utzi duten bizi-eremu naturalera, geratzen den ia bakar eta garrantzitsuenera, ekarritako

manipulazio ez-naturalak».

Gure Lurra beste izaki bizidunekin partekatzeak dakartzan arazoei ekiteko modu berri, irudimentsu eta sortzaile horietan guztietan, gai bat dabil beti: jabetzea biziarekin ari garela, hau da, populazio bizidunekin eta haien presio eta kontrapresio guztiekin, haien hazkunde eta beheraldiekin. Bizi-indar horiek aintzat hartuz, eta gure mesederako bideetatik joan daitezen gidaritza arretatsua bideratzen ahaleginduz soilik espero dezakegu intsektu-saldoen eta gure artean zentzuzko egokitzapena lortzea.

Pozioen modak bete-betean huts egin du, ez baititu aintzat hartu funtsezko gogoeta horiek. Kobazuloetako gizakiaren armarik landugabeena bezala, bonbardaketa kimikoa biziaren lantegiaren aurka jaurti dugu. Lantegi hori, alde batetik, delikatu eta suntsigarria da; bestetik, harrigarriro gogorra eta malgua da, eta kolpea ezusteko moduetan itzultzeko gai da. Kontrol kimikoaren alorreko profesionalek bazter utzi dituzte biziaren aparteko ahalmen horiek; beren zeregin horretan, ez dute «goi-mailako orientabiderik» ez umiltasunik izan, indarrez menderatzen saiatu diren indar handi horien aurrean.

«Naturaren kontrola» harrokerian oinarrituta asmatutako esaldia da, biologiaren eta filosofiaren Neanderthal aroan, natura gizakiaren egokierarako existitzen dela uste zutenean, asmatua. Entomologia aplikatuaren kontzeptuak eta praktikak zientziaren Harri Arokoak dira kasu gehienetan. Gure zorigaitzerako, zientzia primitibo horrek bere burua armarik modernoekin eta ikaragarrienekin armatu du, eta, intsektuen kontra zuzendu dituenen, Lurraren kontra ere zuzendu ditu.

Epilogo

Oso liburu gutxik aldatzen dute historiaren norabidea. Haien artean daude Karl Marxen *Kapitala* (*Das Capital*), Adam Smithen *Nazioen aberastasunaren izaera eta zergatiei buruzko azterketa* (*The Wealth of Nations*), Charles Darwinen *Espezieen jatorria* (*The Origin of the Species*) eta, Estatu Batuetan, Harriet Beecher Stoweren *Osaba Tomen etxola* (*Uncle Tom's Cabin*). Rachel Carsonen *Udaberri Isila* (*Silent Spring*) da beste bat. 1962ko udan argitaratu zuten lehen aldiz, hiru emanalditan, *New Yorker* egunkarian. Irailean, liburu moduan argitaratu zuten. Eta urrian, hileko liburu izendatu zuten Book of the Month Club Selectionen, non Estatu Batuetako Epaitegi Goreneko epaile William O. Douglasek honela definitu baitzuen: «libururik iraultzaileena *Osaba Tomen etxola* argitaratuz geroztik». Herrialde guztietako politika sozialari dudarik gabe eragiten dion ingurumenaren mugimendu garaikideari hasiera eman zion. Editorialgile estatubatuar baten esana, «Rachel Carsonen hitz gutxi batzuk nahikoak izan dira munduak beste norabide bat hartzeko du», egi bilakatu zen ia hitzez hitz.

Udaberri Isila sormen handiko idazle eta sintetizatze gaitasun bikaineko zientzialari baten azken lana da. Carson gero eta ausartago eta gogorrago aritu zen ikerketan aurrera egin ahala, epe luzerako eragina batere neurtu gabe paisaia milioika libra pestizida kimiko iraunkor barreiatu nahi zituzten haien jarrera axolagabea ikusita.

Udaberri Isilak ekologiaren egia nagusia itzuli zuen: naturan guztia dagoela beste guztiarekin lotua. Arduraz azaldu zuen pestizida sintetikoaren bonbardaketak eta, analogiaz, teknologia biologikoaren beste edozein produkturen bonbardaketak beste zerbait ekar dezakeela espero izatekoa den emaitzaz gain.

Carsonen pentsaeran eragin sakona izan zuten haren garai-ko Gerra Hotzeko tira-bira nuklearrek. Politikoki sofistikatua, funtzionario profesionala eta kontserbazioaren defendatzailea zer, eta Estatu Batuetako Gobernuaren politika antikomunistak eskatzen zuen konformismo estuak Gobernuaren politika arriskutsua legitimatzen zuen garaian ekin zion bere ikerketari. Zientzia eta teknologia, eta alor horietan lan egiten zutenak, mundu askearen salbatzailetzat eta oparotasunaren administratzailetzat gurtu zituzten. *Udaberri Isila* liburuan, Rachel Caronek jendearen begiradapean jarri zituen aditu horiek, eta argi utzi zuen ez zutela beren etxeko lana egin, kasurik onenean, eta egia ezkutatu zutela, kasurik txarrean. Haren aurretik inork egin ez zuen bezala, gerra ondoko belaunaldi hantuste eta gero eta oparoagoari ikusarazi zion gobernuan ezin zela konfiantzarik jarri. Gainera, herritarrak premiatu zituen gobernuaren politikaren eragina ulertzeko ardura bere gain har zezaten eta bide okerretik zihoazenei erronka jo ziezaieten.

«Munduaren historian lehenengo aldiz, gizaki oro produktu kimiko arriskutsuekin harremanetan egotera behartua dago orain, sortze-unetik heriotza arte», adierazten zuen Caronek. Haren kritikak sakon hunkitu zuen Estatu Batuetako presidente John F. Kennedy, eta, hala, Zientziaren Aholku Batzordeak pestiziden erabilera okerraren gaia azter zezan agindu zuen.

Baina zientziaren sistema zalantzan jarri edo pestizida berriei buruzko araudiak ezarrarazi baino zerbait gehiago egin zuen Rachel Caronek. Carsonen eta haren liburuaren aurka sistemak izan zuen erreakzioak agerian jarri zuen industriako eta gobernuko funtzionario askok aitortzen zutela pestizida berrien onurei buruz zientzialariek ateratako ondorioak hankaz gora jarri zituela, eta, gainera, Caronek zalantzan jarri zituela haien zintzotasuna eta ordura arteko nagusitasuna. Estatubatuarren zientziarekiko fede itsua gainbeheratu zuen, eta, are gehiago, aurrerakuntza teknologikoaren norabideari buruzko eztabaida publikoa abian jarri zuen.

Udaberri Isila liburuan, ekologiaren konplexutasuna argitu zion jendeari, denbora asko ez zela euri erradiaktiboaren errealtateari aurre egin behar izan zion jendeari. Caronek *Udaberri Isila* obran aipatzen duen lehenengo gai kimikoa ez da DDTa, estrontzio 90elementu erradiaktiboa baizik; eta hori ez da kasualitatea. Proba eta biltegiatze

nuklear sekretuen atze-oihalaren aurka idatzi zuen Carsonek *Udaberri Isila*. Estatu Batuetako militarrek Bikini uharteetako proba atomikoen xehetasunak ezkutatzen saiatzen ziren garaian ekin zion bere ikerketari, eta Kubako Misilen Krisiarekin mundua holokausto nuklearrean erortzeko zoritik atera eta hilabete gutxi batzuetara argitaratu zuen. Haren mezuaren asmoa hirukoitza zen: biziaren lantegi osoa babestu eta iraunarazi nahi zuen, alde batetik; bestetik, gizakia konbentzitu nahi zuen naturako gainerako izakiekiko umiltasunez joka zezan, eta ez harrokeriaz; eta, azkenik gizakiak bere burua naturaren osagai gisa ikustea zuen xede.

Gerra ondoren, Carsonen aurretik, beste idazle batzuek ere hauteman dituzte pestizidez abusatzearen arrisku zehatzak, eta hitz egin dute hortaz. Baina Rachel Carsonena izan zen jendeak entzun zuen ahotsa, eta Carsonen ikuspegiak itxuratu zuen ondoko mugimendu soziala. Sistema zientifikoaren printzipio maiteenetako bati aurre egin zion, eta, naturaren aurkako gerran «burugabekeriartzat, ankerkeriartzat» zituen gizakiaren ekintzekiko haserre iraungiezinaz, aurrerakuntzaren izenean biziari zer egiten diogun ikusarazten saiatu zen. Mundu biziduna oso maitea zuelako egin zuen hori, uste erromantiko eta agian inozo batek bultzatuta. Sinetsita zegoen jendeak ez lukeela hainbesteko gogorik izango natura suntsitzeko baldin eta biziaren edertasunaz eta misterioaz jabetuko balitz.

Carsonen *Udaberri Isila* lanari emandako erantzun korporatiboa zuhurra izan zen hasieran. Nekazaritzarako industria kimikoak eta hark Gobernuan zituen aliatuek harreman publikoei zegokien arazo gogaikarri soiltzat hartu zuten liburua. Industria kimikoaren presio-taldeak mehatxu egin zuen *New Yorker*—Carsonen editorea— auzitara eramango zuela, eta erakunde kontserbazionistei eskatu zien galeraz zezatela liburua argitaratzea. Ahalegin horrek huts egin zuenean, milioi-laurden dolar baino gehiago gastatu zituen industriak Carsonen zientzia gutxiestera zuzendutako publizitate-kanpaina batean. Jendeari sinetsarazi nahi zioten pestizidak onuragarriak, ez-kaltegarriak eta ezinbestekoak zirela Estatu Batuetako nekazaritzaren etorkizunarentzat, eta Rachel Carsonen ondorio okerren bidetik zibilizazioa Lehen Erdi Arora itzuliko zela.

Kanpainak publizitate handiagoa egin zien Carsoni eta *Udaberri Isila*ren mezuari. Zientziaren Aholku Batzordeak 1963ko maiatzaren

Sean txostena argitaratu zuenean, Carsonen ebidentzia defendatu zuen. Onarpen txundigarri honekin amaitzen zen txostena: «*Udaberri Isila* argitaratu arte, jendea, oro har, ez zen jabetzen pestiziden toxikotasunaz». Industria errentagarri hura Gobernuak zorrotz arautuko zuelakoan, eta pestizida kimikoak erabiltzearen segurtasunari eta zuhurtziari zegokienez jendea konfiantza galtzen ari zenez milioika dolar gal zitzaizketelakoan, mezulariari eraso egitea erabaki zuten industria kimikoak eta haren aliatuek.

Ongi finantzatutako eraso pertsonal mikatz harekiko sentikorra zen Rachel Carson, hainbat arrazoiengatik. Lehenik eta behin, doktoretzarik eta afiliazio instituzionalik gabeko zientzialaria zen. Ez zuen bere ikerketa defendatuko zuen lankiderik, ez forumik bere aurkakoen ezkutuko agenden aurka hitz egiteko, ez eta sare antolaturik ere bera sostengatzeko.

Emakumezkoak akademian onartzen ez zituzten garaian, ikerlari nahiz igarle sozial gisa errespetatzen ez zituzten garaian zientzia publikoaren alorrean lanean aritu zen emakumezko bat zen. Generoko handicap horiek izateaz aparte, oztopo ekonomiko eta emozionalek itotzen zuten. 1960an, gainera, bularreko minbiziak jo zuen; oker diagnostikatu zioten, eta erasokor hedatu zitzaion, eta ozta-ozta bizi izan zen hamasei hilabete *Udaberri Isila* argitaratu zuenetik.

Azkenik, bazen haren emaitzak serio har zitzaaten eragotzi zuen beste kontu bat; Carson jendearentzat idazten zuen zientzialaria zen, eta sistema zientifikoak gutxietsi egiten zuen. Kritikariek haren lorpen literarioak aipatzen zituzten —*Under the Sea-Wind*, *The Sea Around Us* eta *The Edge of the Sea* best-sellerrak—, horrekin benetako zientzialaria ezin izan zitekeela frogatuko balute bezala. Ondorioztatu zuten biologia eta kimika konplexuen gainean eman zituen azalpenak definizioz hutsez beteak zeudela, literarioegiak zirelako, jendearentzat ulertzen errazegiak zirelako.

Kazetariek eta kritikariek «emozioak sorrarazteko hitzak» erabiltzen zituen «emakume historikoa» etiketa jarri zioten Carsoni, eta esan zuten izaera sentikorregiko emakumea zela eta haren liburua «kondenatzen dituen pestizidak baino pozoitsuagoa» zela.

William B. Bean kritikari medikoak idatzi zuenez, «*Udaberri Isila*... gogora ekarri zidan zer gertatzen den emakume batekin arrazoitzen saiatzean. Ezin daiteke egin». Alarmista bat zen,

aldarrikatzen zutenez, jendea izutzeko elezahar ez-zientifikoak erabiltzen zituen, liburuak irekitzen dutenak bezala. Katuak zeuzkan, eta txoriak maite zituen. Natura-idazlea zen, bere gaitasun intelektualetik kanpo zegoen gai bati heldu zion emakume mistikoa, erromantikoa, sentimental. Industria kimikoaren bozeramaile nagusiak «naturaren orekaren gurtzaren defendatzaile fanatiko»tzat jo zuen, sorginkeriaaren adarren baten praktikante ez-zientifikoa balitz bezala. Nekazaritzako idazkari ohi batek ere harriduraz esan zuen hau jendaurrean: «zergatik ote zegoen genetikan horren interesatua haurrik ez zuen neskazahar bat».

Carsonek sistema zientifikoaren izen ona eta morala eta, inferentziaz, gizonezkoek dominatutako teknologia gaitzetsi zituen, eta gaitzespen horrengatik sumindura ulergarria zegoen erasoaldi haien atzean. Carsonen bekatu bakarra ez zen izan argumentuaren alde bat soilik aurkeztea; emakume gisa zegokion tokitik haratago joan izana zen irainik barkaezinena.

Eraso haiek min egin zioten eta haserretu egin zuten Carson. Baina, bere burua babestuz erantzun orde, bereari eutsi zion trankil, eta pestiziden kalteen eta abusuen ebidentzia ukaezin gehiago aurkeztu zituen. Women's National Press Club-ean eman zuen hitzaldi batean, bere independentziari eta afiliazio ezari probetxua atera zien; salatu zuen funtsezko egia zientifiko batzuk «mozkinen eta produkzioaren jainkoen zerbitzura» zeudela, eta zientziaren eta industriaren arteko loturak zehaztasunez deskribatu zituen. «Erakunde zientifiko batek hitz egiten duenean, noren ahotsa entzuten dugu, zientziarena ala hura sostengatzen duen industriarena?» galdetu zuen Carson.

Udaberri Isila eta Rachel Carson ezin ziren isilarazi. Liburuak arrakasta handia eta sostengu publiko zabala lortu zituen. Carson 1964ko apirilean hil zenerako, kasik milioi bat kopia saldu zituzten. Carson ez zen batere alarmista agertu telebista estatubatuarreko *CBS Reports* berri-programan; galderei lasai eta arduratsu erantzuten zien. Hilabete geroago, Estatu Batuetako Senatuko azpibatzerde baten aurrean, lege-erreformen eta gobernuak lagundutako ikerketa gehiagoren alde emandako testigantzak aktibismo-espíritu berria piztu zuen. Ingurumenaren aldeko lehenengo erakundeen erroak agertu ziren estatu askotan, eta pestiziden erabilera mugatzeko legeak ezarri zituzten, basabizian eta giza osasunean kaltea areagotu aurretik.

Airean, uretan eta lurzoruan pixkanaka sartzen diren eta isilean giza gorputzean metatzen diren gai toxiko ikusezin baina potentzialki kaltegarriak buruzko azalpen argiak ematen jardun zuen jendearentzat, dudarik gabe ekologiaren konplexutasunen inguruan Rachel Carsonen egindako deskripzioek zuzenetik gehiago dute okerretik baino, eta ikerketa gehiago merezi dute. Euri erradiaktiboaren funtzionamendua ulertu zuen publiko horrek berak onartu zuen pestizidek giza gorputzean duten eragina berehalakoak ez ezik epe luzerakoa ere izan zitekeela; eta jakin zuen pestiziden ondorioen artean sar zitezkeela minbizia, mutazioak eta jaiotzetiko malformazioak. Onerako edo txarrerako, giza osasunari buruzko kezka eta ingurumena suntsitzeko beldurra ingurumenaren aldeko mugimendu modernoaren ezaugarri bilakatu ziren.

Carson bera eta kutsadura kimikoari buruz egin zituen oharpenak aintzat hartu dira, giza talde bakoitzaren ongizate ekologikoa guztion onerako funtsezkotzat hartzeraino. Baina, milurteko berriaren atarian, gure mundua milaka gai kimiko berri eta kaltegarriagoz blai dago. DDTa eta PCBak zenbait herrialdetan debekatu dituzten arren, kutsatzaileen nahastura sinergistikoak biderkatu egin ditu arriskuak, eta izan daitezkeen ingurumen-izu ezezagun eta amestu ezinen toki bihurtu du Lurra. Gure sistema legal, arautzaile eta politikoez huts egin dute orain arte, Lurra egoki garbitzeko eta etorkizunean bizia babesteko bidea aurkitzeki dagokionez. Industria kimikoak, nekazaritzako komunitateak eta mundu industrialeko osasun publikoko profesionalek ez dute asmatu bata bestearekin komunikatzeko zentzuzko bidea aurkitzen. Arrazoi horiengatik guztiengatik, garrantzitsua da Rachel Carson eta *Udaberri Isila* berraurkitzea, eta haren oharpenak eta itxaropena aintzat hartzea.

Udaberri Isilak gogorarazten digu, literatura zientifikoaren beste edozein obrak ez bezala ia, ekologiaren funtzionamendu praktikoa ez ezik, aldaketa eragiten duten gizabanakoen indarra. Maite zuena babesteko Rachel Carsonen ahaleginek zuzentasun eta adore pertsonal bereziko ondarea utzi ziguten.

Gaur egungo mundua toki nahasitzailearen. Baliabide-xahutze gero eta handiagoa eta natura ondasun inpersonala mordotzat —eta ez osotasun orekatu, organiko eta biziduntzat— hartzeko joera kulturala gaitzesten zituen.

Ondorio guztiak ezagutu aurretik jarduerari ekiten dion mugarik gabeko teknologiaren emaitzen eta arazo bakoitzerako irtenbide azkarra eskatzen duen kultuaren beldur zen, eta ez zebilen oker. Aitortzen zuen bezala, mundu bizidunaren harreman ekologiko konplexuen aurrean harridura eta begirunea lantzeko oztopo itzelak dira horrelako jarrerak. *Udaberri Isila* liburuan, Carstonek testuinguru historikoa eman zien kultura-ezaugarri horiei; haren ondorioak salatu zituen, lasaikeriaz ohartu gintuen, eta etika eta itxaropen praktiko berriak eskaini zizkigun. Hogeita batgarren mendean, haren mezua entzuteko adorea izan behar dugu.

Linda Lear
Bethesda, Maryland
1998ko udaberria

EGILEARI BURUZ

Rachel Carson (1907-1964) idazle izan nahi zuen gogoratzeko ahal zuenetik. Hala eta guztiz ere, Emakumeentzako Pennsylvaniako Unibertsitatean (Chatman College da orain) espezialitatea aldatu zuen, literaturatik biologiara, eta 1929an graduatu zen, zientzietan emakume gutxi zeuden garaian. Itsas zoologiako masterra egin zuen Johns Hopkins Unibertsitatean, Marylandeko Unibertsitatean eskolak eman zituen, eta historia naturalari buruzko artikuluak argitaratu zituen *Baltimore Sun* egunkarian. 1937tik 1952ra, uretako biologo gisa aritu zen Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzuan, eta erredaktore-buru kargua utzi zuen idazten hasteko.

Prosa lirikoa eta zehaztasun zientifikoa bateratzeko zuen gaitasuna zela medio, arrakasta literarioa bereganatu zuen 1951n nazioartean, *The Sea Around Us* lanaren argitalpenarekin. *National Book Award for Non-Fiction*, *John Burroughs Medal*, *Gold Medal of the New York Zoological Society* eta *Audubon Society Medal* sariak jaso zituen. Literaturaren Errege Elkarteko bazkide izan zen, eta Arteen eta Letren Akademia Amerikarrerako hautatu zuten.

Bere lehenengo liburua, *Under the Sea Wind*, 1941an agertu zuten. Pestiziden erabilera okerraren arriskuez ohartarazten duen liburua, *Silent Spring* (*Udaberri isila*), 1962an argitaratu zuten. Carsonen historia naturalari buruz idatzitako artikuluak *Atlantic Monthly*, *New Yorker*, *Reader's Digest* eta *Holiday*n agertu ziren. Ekologista eta preserbazionista sutsua zen, eta hondakin atomikoak itsasoan isurtzearen kontrako ohartarazpena egin zuen. Berotze globala iragarri zuen. Itsasoari buruzko haren biografia osatzen duen lana ere, *The Edge of the Sea*, Penguin Twentieth-Century Classics-ek argitaratu zuen. Rachel Carson minbiziak jota hil zen 56 urterekin.

Linda Lear Ingurunearen Historiako ikerketetako katedraduna da George Washington Unibertsitatean. Hark idatzi zuen *Rachel Carson: Witness for Nature* —Penguin-ek argitaratua—, eta hark editatu zuen *Lost Woods: The Discovered Writing of Rachel Carson* (Beacon, 1998). Idazle eta naturalista britainiarren biografia berri bat lantzen ari da, eta Bethesdan, Marylanden, bizi da.

Iturri nagusien zerrenda

2. KAPITULUA IRAUTEKO BETEBEHARRA

24. or. «Report on Environmental Health Problems», *Hearings*, 86. kongresua, Zuzkiduren Batzordeko Azpibatzerdea, 1960ko martxoa, 78. or.
26. or. *The Pesticide Situation for 1957-58*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Merkantzien Egonkortze Zerbitzua, 1958ko apirila, 10. or.
27. or. Elton, Charles S., *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*, Wiley, New York, 1958; Methuen, Londres, 1958.
- 28-29 or. Shepard, Paul: «The Place of Nature in Man's World», in *Atlantic Naturalist*, 13. lib., 1958 apirila-ekaina, 85-89 or.

3. KAPITULUA: HERIOTZA-ELIXIRRAK

- 31-49 or. Gleason, Marion, *et al.*, *Clinical Toxicology of Commercial Products*, Baltimore, Williams and Wilkins, 1957.
- 31-49 or. Gleason, Marion, *et al.*, *Bulletin of Supplementary Material: Clinical Toxicology of Commercial Products*, IV. lib., 9. zk. Rochestereko Unibertsitatea. 32. or. *The Pesticide Situation for 1958-59*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Merkantzien Egonkortze Zerbitzua, 1959ko apirila, 1-24 or.
32. or. *The Pesticide Situation for 1959-60*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Merkantzien Egonkortze Zerbitzua, 1961eko uztaila, 1-23 or.
33. or. Hueper, W. C., *Occupational Tumors and Allied Diseases*, Springfield, Ill., Thomas, 1942.
33. or. Todd, Frank E. eta McGregor, S. E., «Insecticides and Bees», in *Yearbook of Agric*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 131-135 or.
35. or. Bowen, C. V. eta Hall, S. A., «The Organic Insecticides», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 209-218 or.
36. or. Van Oettingen, W. F., *The Halogenated Aliphatic, Olefinic, Cyclic, Aromatic, and Aliphatic-Aromatic Hydrocarbons: Including the Halogenated Insecticides, Their Toxicity and Potential Dangers*. Estatu Batuetako Osasun, Hezkuntza eta Ongizate Departamentua. Osasun Zerbitzu Publikoaren Argitalpena, 414. zk., 1955, 341-342.
36. or. Laug, Edwin P., *et al.*, «Occurrence of DDT in Human Fat and Milk», in *A.M.A. Archives Indus. Hygiene and Occupat. Med.*, 3. lib., 1951, 245-246 or.

36. or. Biskind, Morton S., «Public Health Aspects of the New Insecticides», in *Am. Jour. Diges. Diseases*, 20. lib., 1953, 11. zk., 331-341 or.
36. or. Laug, Edwin P., *et al.*, «Liver Cell Alteration and DDT Storage in the Fat of the Rat Induced by Dietary Levels of 1 to 50 p.p.m. DDT», in *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, 98. lib., 1950, 268. or.
36. or. Ortega, Paul, *et al.*, «Pathologic Changes in the Liver of Rats after Feeding Low Levels of Various Insecticides», in *A.M.A. Archives Path.*, 64. lib., 1957ko abendua, 614-622 or.
37. or. Fitzhugh, O. Garth eta Nelson, A. A., «The Chronic Oral Toxicity of DDT (2,2-BIS p-CHLOROPHENYL-1,1,1-TRI-CHLOROETHANE)», in *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, 89. lib., 1947, 1. zk., 18-30 or.
37. or. Laug, Edwin P., *et al.*, «Occurrence of DDT in Human Fat and Milk». 37. or. Hayes, Wayland, J., Jr, *et al.*, «Storage of DDT and DDE in People with Different Degrees of Exposure to DDT», in *A.M.A. Archives Indus. Health*, 18. lib., 1958ko azaroa, 398-406 or.
37. or. Hayes, William F., *et al.*, «Insecticide Content of Diet and Body Fat of Alaskan Natives», in *Science*, 134. lib., 1961, 3493. zk., 1880-1881 or.
37. or. Van Oettingen, W. F., *Halogenated... Hydrocarbons*, 363. or.
37. or. Smith, Ray F., *et al.*, «Secretion of DDT in Milk of Dairy Cows Fed Low Residue Alfalfa», in *Jour. Earn. Entomol.*, 41. lib., 1948, 759-763 or.
- 37-38 or. Laug, Edwin P., *et al.*, «Occurrence of DDT in Human Fat and Milk».
38. or. Finnegan, J. K., *et al.*, «Tissue Distribution and Elimination of DDD and DDT Following Oral Administration to Dogs and Rats», in *Proc. Soc. Exper. Biol and Med.*, 72. lib., 1949, 356-357 or.
38. or. Laug, Edwin P., *et al.*, «Liver Cell Alteration».
38. or. «Chemicals in Food Products», *Hearings*, H.R. 74, House Select Elikagaietako Produktu Kimikoen Erabilera Aztertzeako Batzordea, Pt 1, 1951, 275. or.
38. or. Van Oettingen, W. F., *Halogenated... Hydrocarbons*, 322. or.
39. or. «Chemicals in Food Products», *Hearings*, 81. kongresua, H.R. 323, Elikagaietako Produktu Kimikoen Erabilera Aztertzeako Batzordea, Pt 1, 1950, 388-390 or.
39. or. *Clinical Memoranda on Economic Poisons*, Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoa, 476. zk., 1956, 28. or.
39. or. Gannon, Norman eta Bigger, J. H., «The Conversion of Aldrin and Heptachlor to Their Epoxides in Soil», in *Jour. Econ. Entomol.*, 51. lib., 1958ko otsaila, 1-2 or.
39. or. Davidow, B. eta Radomski, J. L., «Isolation of an Epoxide Metabolite from Fat Tissues of Dogs Fed Heptachlor», in *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, 107. lib., 1953ko martxoa, 259-265 or.

39. or. Van Oettingen, W. F., *Halogenated... Hydrocarbons*, 310. or.
39. or. Drinker, Cecil K., *et al.*, «The Problem of Possible Systemic Effects from Certain Chlorinated Hydrocarbons», in *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, 19. lib., 1937ko iraila, 283. or.
39. or. «Occupational Dieldrin Poisoning», *Toxikologia Batzordea*, in *Jour. Am. Med. Assn.*, 172. lib., 1960ko apirila, 2077-2080. or.
39. or. Scott, Thomas G., *et al.*, «Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife», in *Jour. Wildlife Management*, 23. lib., 1959ko urria, 409-427 or.
39. or. Paul, A. H., «Dieldrin Poisoning - A Case Report», in *New Zealand Med. Jour.*, 58. lib., 1959, 393. or.
40. or. Hayes, Wayland J., Jr, «The Toxicity of Dieldrin to Man», in *Bull. World Health Organ.*, 20. lib., 1959, 891-912 or.
40. or. Gannon, Norman eta Decker, G. C., «The Conversion of Aldrin to Dieldrin on Plants», in *Jour. Earn. Entomwl.*, 51. lib., 1958ko otsaila, 8-11 or.
40. or. Kitzelman, C. H., *et al.*: «Toxicological Studies of Aldrin (Compound 118) on Large Animals», in *Am. Jour. Vet. Research*, 11. lib., 1950, 378. or.
40. or. Dahlen, James H. eta Haugen, A. O., «Effect of Insecticides on Quail and Doves», in *Alabama Conservation*, 26. lib., 1954, 1. zk., 21-23 or.
40. or. De Witt, James B., «Chronic Toxicity to Quail and Pheasants of Some Chlorinated Insecticides» in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 4. lib., 1956, 10. zk., 863-866.
40. or. Kitzelman, C. H., «Long Term Studies on Dogs Fed Aldrin and Dieldrin in Sublethal Doses, with Reference to the Histopathological Findings and Reproduction», in *Jour. Am. Vet. Med. Assn.*, 123. lib., 1953, 28. or.
40. or. Treon, J. F. eta Borgmann, A. R., «The Effects of the Complete Withdrawal of Food from Rats Previously Fed Diets Containing Aldrin or Dieldrin», Kettering Lab., Cincinnati Unibertsitatea, Mimeo. Robert L. Rudd eta Richard E. Genellyren aipamena, *Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife*. Kaliforniako Arrantza eta Ehiza Departamentua, *Game Bulletin* 7. zk., 1956, 52. or.
- 40-41 or. Myers, C. S., «Endrin and Related Pesticides: A Review», Pennsylvaniako Osasun Ikerketa Departamentuaren txostena, 45. zk., 1958, Mimeo.
- 40-41 or. Jacobziner, Harold eta Raybin, H. W., «Poisoning by Insecticide (Endrin)», in *New York State Jour. Med.*, 59. lib., 1959ko maiatzaren 15a, 2017-2022.
- 41 or. «Care in Using Pesticide Urged», in *Clean Streams*, 46. zk., 1959ko ekaina, Pennsylvaniako Osasun Zerbitzua.
41. or. Metcalf, Robert L., «The Impact of the Development of Organophosphorus Insecticides upon Basic and Applied Science», in *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 5. lib., 1959ko martxo, 3-15 or.

- 42-43 or. Mitchell, Philip H., *General Physiology*, New York, McGraw-Hill, 1958, 14-15 or.
43. or. Mitchell, A. W. A., *Insect Control by Chemicals*, New York, Wiley, 1951; Londres, Chapman & Hall, 1951.
43. or. Mitchell, T., *et al.*, «Parathion Poisoning Increasing Frequency in Finland», in *Lancet*, 2. lib., 1959, 7095. zk., 175-176 or.
- 43-44 or. Mitchell, Wayland, J., Jr., «Pesticides in Relation to Public Health», in *Annual Rev. Entomol.*, 5. lib., 1960, 379-404 or.
- 43-44 or. Mitchell, Griffith, E. eta Lemmon, A. B., «Parathion Residues As a Cause of Poisoning in Crop Workers», in *Jour. Am. Med. Assn.*, 166. lib., 1958ko otsailaren 15a, 740-746 or.
- 43-44 or. Carman, G. C., *et al.*, «Absorption of DDT and Parathion by Fruits», in *Abstracts*, 115. Meeting Am. Chem. Soc., 1948, 30A. or.
44. or. *Clinical Memoranda on Economic Poisons*, 11. or.
44. or. *Occupational Disease in California Attributed to Pesticides and Other Agricultural Chemicals*, Kaliforniako Osasun Zerbitzu Publikoa, 1957, 1958, 1959 eta 1960.
45. or. Frawley, John P., *et al.*, «Marked Potentiation in Mammalian Toxicity from Simultaneous Administration of Two Anticholinesterase Compounds», in *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, 121. lib., 1957, 1. zk., 96-106 or.
45. or. Rosenberg, Phillip and Coon, J. M., «Potentiation between Cholinesterase Inhibitors», in *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 97. lib., 1958, 836-839 or.
45. or. Dubois, Kenneth P., «Potentiation of the Toxicity of Insecticidal Organic Phosphates», in *A.M.A. Archives Indus. Health*, 18. lib., 1958ko abendua, 488-496 or.
45. or. Murphy, S. D., *et al.*, «Potentiation of Toxicity of Malathion by Triorthotolyl Phosphate», in *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 100. lib., 1959ko martxoa, 483-487 or.
45. or. Graham, R. C. B., *et al.*, «The Effect of Some Organo-phosphorus and Chlorinated Hydrocarbon Insecticides on the Toxicity of Several Muscle Relaxants», in *Jour. Pharm. and Pharmacol.*, 9. lib., 1957, 312-319 or.
45. or. Rosenberg, Philip and Coon, J. M., «Increase of Hexobarbital Sleeping Time by Certain Anticholinesterases», in *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 98. lib., 1958, 650-652 or.
46. or. Dubois, Kenneth P., «Potentiation of Toxicity».
46. or. Hurd-Karrer, A. M. eta Poos, F. W., «Toxicity of Selenium-Containing Plants to Aphids», in *Science*, 84. lib., 1936, 252. or.
46. or. Ripper, W. E., «The Status of Systemic Insecticides in Pest Control Practices», in *Advances in Pest Control Research*, New York, Interscience, 1957, 1. lib., 305-352 or.

- 46-47 or. *Occupational Disease in California*, 1959.
47. or. Glynne-Jones, G. D. eta Thomas, W. D. E., «Experiments on the Possible Contamination of Honey with Schradan», in *Annals Appl. Biol.*, 40. lib., 1953, 546. or.
47. or. Radeleff, R. D., *et al.*, *The Acute Toxicity of Chlorinated Hydrocarbon and Organic Phosphorus Insecticides to Livestock*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentuaren Buletin Teknikoa, 1122. zk., 1955.
48. or. Brooks, F. A., «The Drifting of Poisonous Dusts Applied by Airplanes and Land Rigs», in *Agric. Engin.*, 28. lib., 1947, 6. zk., 233-239 or.
48. or. Stevens, Donald, B., «Recent Developments in New York State's Program Regarding Use of Chemicals to Control Aquatic Vegetation», Annual Meeting North-eastern Weed Control Conf.-ren 13. Bilkuran aurkeztutako artikulua, 1959ko urtarrilaren 8a.
48. or. Anon., «No More Arsenic», in *Economist*, 1959ko urriaren 10a.
- 48-49 or. «Arsenites in Agriculture», in *Lancet*, 1. lib., 1960, 178. or.
- 48-49 Homer, Warren, D., «Dinitrophenol and Its Relation to Formation of Cataract», (A.M.A.) in *Archives Ophthalmol.*, 27. lib., 1942, 1097-1121. or. 49. or. Weinbach, Eugene C., «Biochemical Basis for the Toxicity of Pentachlorophenol», in *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 43. lib., 1957, 5. zk., 393-397 or.

4. KAPITULUA: AZALEKO URAK ETA LURPEKO ITSASOAK

50. or. *Biological Problems in Water Pollution*. Transactions, 1959ko mintegia, Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoaren Txosten Teknikoa W60-3, 1960.
51. or. «Report on Environmental Health Problems», *Hearings*, 86. kongresua, Zuzkiduren Batzordeko Azpibatzordea, 1960 martxoa, 78. or.
51. or. Tarzwell, Clarence, M.: «Pollutional Effects of Organic Insecticides to Fishes», *Transactions*, 24th North Am. Wildlife Conf., 1959, Washington, D.C, 132-142 or. Basabiziaren Kudeaketako Institutuak argitaratua.
52. or. Nicholson, H. Page, «Insecticide Pollution of Water Resources», in *Jour. Am. Waterworks Assn.*, 51. lib., 1959, 981-986 or.
52. or. Woodward, Richard L., «Effects of Pesticides in Water Supplies», in *Jour. Am. Waterworks Assn.*, 52. lib., 1960, 11. zk., 1367-1372. or.
52. or. Cope, Oliver B., «The Retention of DDT by Trout and Whitefish», in *Biological Problems in Water Pollution*, 72-75 or.
53. or. Kuenen, P. H., *Realms of Water*, New York, Wiley, 1955; Londres, Cleaver-Hume Press, 1955.
53. or. Gilluly, James, *et al.*, *Principles of Geology*, San Francisco, Freeman, 1951.

- 53-54 or. Walton, Graham, «Public Health Aspects of the Contamination of Ground Water in South Platte River Basin in Vicinity of Henderson, Colorado, August, 1959», Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoa, 1959ko azaroaren 2a, Mimeo.
- 53-54 or. «Report on Environmental Health Problems».
55. or. Hueper, W. C., «Cancer Hazards from Natural and Artificial Water Pollutants», *Proc. Conf. on Physiol. Aspects of Water Quality*, Washington, D.C., 1960ko irailaren 8-9, Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoa.
- 55-59 or. Hunt, E. G. eta Bischoff, A. I., «Inimical Effects on Wildlife of Periodic DDD Applications to Clear Lake», in *Calif. Fish and Game*, 46. lib., 1960, 1. zk., 91-106 or.
59. or. Woodward, G., *et al.*, «Effects Observed in Dogs Following the Prolonged Feeding of DDT and Its Analogues», in *Federation Proc.*, 7. lib., 1948, 1. zk., 266. or.
59. or. Nelson, A. A. eta Woodward, G., «Severe Adrenal Cortical Atrophy (Cytotoxic) and Hepatic Damage Produced in Dogs by Feeding DDD or TDE», (A.M.A.) in *Archives Path.*, 48. lib., 1949, 387. or.
- 58-59 or. Zimmermann, B., *et al.*, «The Effects of DDD on the Human Adrenal; Attempts to Use an Adrenal-Destructive Agent in the Treatment of Disseminated Mammary and Prostatic Cancer», in *Cancer*, 9. lib., 1956, 940-948 or.
- 59-60 or. Cohen, Jesse M., *et al.*, «Effect of Fish Poisons on Water Supplies. I. Removal of Toxic Materials», in *Jour. Am. Waterworks Assn.*, 52. lib., 1960, 12. zk., 1551-1565. «II. Odor Problems», 53. lib., 1960, 1. zk., 49-61. «III. Field Study, Dickinson, North Dakota», 53. lib., 1961, 2. zk., 233-246 or.
60. or. Hueper, W. C., «Cancer Hazards from Water Pollutants».

5. KAPITULUA: LURZORUAREN ERRESUMAK

61. or. Simonson, Roy W.: 'What Soils Are', in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1957, 17-31 or.
62. or. Clark, Francis E., «Living Organisms in the Soil», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1957, 157-165.
63. or. Farb, Peter, *Living Earth*, New York, Harper, 1959; Londres, Constable, 1960.
64. or. Lichtenstein, E. P. eta Schulz, K. R., «Persistence of Some Chlorinated Hydrocarbon Insecticides As Influenced by Soil Types, Rate of Application and Temperature», in *Jour. Econ. Entomol.*, 52. lib., 1959, 1. zk., 124-131 or.
64. or. Thomas, F. J. D., «The Residual Effects of Crop-Protection Chemicals in the Soil», in *Proc.*, II. Internatl Plant Protection Conf., 1956, Fernhurst Ikerketa Estazioa, Ingalaterra.

64. or. Eno, Charles, F., «Chlorinated Hydrocarbon Insecticides: What Have They Done to Our Soil?» in *Sunshine State Agric. Research Report*, 1959ko uztaia.
64. or. Mader, Donald L., «Effect of Humus of Different Origin in Moderating the Toxicity of Biocides». Doktoradutzako tesia, Wiseko Unibertsitatea, 1960.
- 64-65 or. Cullinan, F. P., «Some New Insecticides - Their Effect on Plants and Soils», in *Jour. Econ. Entomol.*, 42. lib., 1949, 387-391 or.
65. or. Sheals, J. G., «Soil Population Studies. I. The Effects of Cultivation and Treatment with Insecticides», in *Bull. Entomol. Research*, 47. lib., 1956ko abendua, 803-822 or. 65. or. Hetrick, L. A., «Ten Years of Testing Organic Insecticides As Soil Poisons against the Eastern Subterranean Termite», in *Jour. Econ. Entomol.*, 50. lib., 1957, 316. or.
65. or. Lichtenstein, E. P. eta Polivka, J. B., «Persistence of Insecticides in Turf Soils», in *Jour. Earm. Entomol.*, 52. lib., 1959, 2. zk., 289-293 or.
65. or. Ginsburg, J. M. eta Reed, J. P., «A Survey on DDT-Accumulation in Soils in Relation to Different Crops», in *Jour. Econ. Entomol.*, 47. lib., 1954, 3. zk., 467-473 or.
66. or. Satterlee, Henry S., «The Problem of Arsenic in American Cigarette Tobacco», in *New Eng. Jour. Med.*, 254. lib., 1956ko ekainaren 21a, 1149-1154. or.
66. or. Lichtenstein, E. P., «Absorption of Some Chlorinated Hydrocarbon Insecticides from Soils into Various Crops», in *Jour. Agric. and Food Chart.*, 7. lib., 1959, 6. zk., 430-433.
- 66-77 or. «Chemicals in Foods and Cosmetics», *Hearings*, 81st Congress, H.R. 74 and 447, House Select Com. to Investigate Use of Chemicals in Foods and Cosmetics, Pt 3, 1952, 1385-1416. or. L. G. Coxen lekukotza.
- 67-68 or. Klostermeyer, E. C. eta Skotland, C. B., *Pesticide Chemicals As a Factor in Hop Die-out*. Washingtonko Nekazaritza Esper. Estazioaren 362. zirkularra, 1959.
68. or. Stegeman, LeRoy C., «The Ecology of the Soil». Mintegiaren transkripzioa, New Yorkeko Estatu Unibertsitatea. Basogintza Fakultatea, 1960.

6. KAPITULUA: LURRAREN ESTALKI BERDEA

- 69-71 or. Patterson, Robert L., *The Sage Grouse in Wyoming*, Denver, Sage Books, Wyomingeko Arrantza eta Ehiza Batzorderako, 1952.
- 70-71 or. Murie, Olaus J., «The Scientist and Sagebrush», in *Pacific Discovery*, 13. lib., 1960, 4. zk., 1. or.
71. or. Pechanec, Joseph, *et al.*, *Controlling Sagebrush on Rangelands*. EE.BB. Nekazaritza Dept. Nekazarien Buletina, 2072. zk., 1960.

- 72-73 or. Douglas, William O., *My Wilderness: East to Katahdin*, New York, Doubleday, 1961.
73. or. Egler, Frank E., *Herbicides: 60 Questions and Answers Concerning Roadside and Rightofway Vegetation Management*, Litchneld, Conn., Litchneld Hills Audubon Soc., 1961.
73. or. Fisher, C. E., *et al.*, *Control of Mesquite on Grazing Lands*. Texaseko Nekaz. Esper. Estazioaren Buletina, 935. zk., 1959ko abuztua.
73. or. Goodrum, Phil D. eta Reid, V. H., «Wildlife Implications of Hardwood and Brush Controls», in *Transactions*, 21st North Am. Wildlife Conf., 1956.
73. or. *A Survey of Extent and Cost of Weed Control and Specific Weed Problems*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua ARS 34-23, 1962ko martxoa.
74. or. Barnes, Irston R., «Sprays Mar Beauty of Nature», in *Washington Post*, 1960ko irailaren 25a.
75. or. Goodwin, Richard H. eta Niering, William A., *A Roadside Crisis: The Use and Abuse of Herbicides*. Connecticuteko Arboretumaren Buletina, 11. zk., 1959ko martxoa, 1-13 or.
75. or. Boardman, William, «The Dangers of Weed Spraying», in *Veterinarian*, 6. lib., 1961eko urtarrila, 9-19 or.
76. or. Willard, C. J., «Indirect Effects of Herbicides», in *Proc*, 7th Annual Meeting North Central Weed Control Conf., 1950, 110-112 or.
76. or. Douglas, William O., *My Wilderness: The Pacific West*, New York, Doubleday, 1960.
77. or. Egler, Frank E., *Vegetation Management for Rights-of-Way and Roadsides*. Smithsonian Report for 1953 (Smithsonian Inst., Washington, D.C.), 299-322 or.
77. or. Bohart, George E., «Pollination by Native Insects», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 107-121 or.
78. or. Egler, *Vegetation Management*.
- 78-79 or. Niering, William A. eta Egler, Frank E., «A Shrub Community of *Viburnum lentago*, Stable for Twenty-five Years», in *Ecology*, 36. lib., 1955ko apirila, 356-360 or.
79. or. Pound Charles E. eta Egler, Frank E., «Brush Control in South-eastern New York: Fifteen Years of Stable Tree-less Communities», in *Ecology*, 34. lib., 1953ko urtarrila, 63-73 or.
79. or. Egler, Frank E., «Science, Industry and the Abuse of Rights of Way», in *Science*, 127. lib., 1958, 3298. zk., 573-580 or.
79. or. Niering, William A., «Principles of Sound Right-of-Way Vegetation Management», in *Earn. Botany*, 12. lib., 1958ko apirila-ekaina, 140-144 or.
79. or. Hall, William C. eta Niering, William A., «The Theory and Practice of Successful Selective Control of «Brush» by Chemicals», in *Proc*, Annual

- Meeting Northeastern Weed Control Conf.-ren 13. bilkura, 1959ko urtarrilaren 8a).
79. or. Egler, Frank E., «Fifty Million More Acres for Hunting?», in *Sports Afield*, 1954ko abendua.
79. or. McQuillan; W. E. eta Strickenberg, L. R., *Roadside Brush Control with 2,4,5-T on Eastern National Forests*. North-eastern Forest Exper. Station Paper, 148. zk., Upper Darby, Pennsylvania, 1961.
80. or. Goldstein, N. P., *et al.*, «Peripheral Neuropathy after Exposure to an Ester of Dichlorophenoxyacetic Acid», in *Jour. Am. Med. Assn.*, 171. lib., 1959, 1306-1309. or.
80. or. Brody, T. M., «Effect of Certain Plant Growth Substances on Oxidative Phosphorylation in Rat Liver Mitochondria», in *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 80. lib., 1952, 533-536 or.
80. or. Croker, Barbara H., «Effects of 2,4-D and 2,4,5-T on Mitosis in *Allium cepa*», in *Bot. Gazette*, 114. lib., 1953, 274-283 or.
80. or. Willard, C. J., «Indirect Effects of Herbicides». 80-81 Stabler, L. M., eta Whitehead, E. J., «The Effect of 2,4-D on Potassium Nitrate Levels in Leaves of Sugar Beets», in *Science*, 112. lib., 1950, 2921. zk., 749-751 or.
- 80-81 or. Olson, O. eta Whitehead, E. «Nitrate Content of Some South Dakota Plants», in *Proc. Hego Dakotako Zientzia Akademia*, 20. lib., 1940, 95. or.
- 80-81 or. Stahler, L. M. eta Whitehead, E. J., «The Effect of 2,4-D on Potassium Nitrate Levels».
81. or. *What's New in Farm Science*. Wiseko Unibertsitatea. Nekaz. Esper. Estazioaren Urteko Txostena, Pt II, Buletina 527. zk., 1957ko uztaila, 18. or.
81. or. Grayson, R. R., «Silage Gas Poisoning: Nitrogen Dioxide Pneumonia, a New Disease in Agricultural Workers», in *Annals Internal Med.*, 45. lib., 1956, 393-408 or. 81. or. Crawford, R. F. eta Kennedy, W. K., *Nitrates in Forage Crops and Silage: Benefits, Hazards, Precautions*. New Yorkeko Nekazaritzako Estatu Fakultate, Cornell Misc. Buletina, 37. zk., 1960ko ekaina.
82. or. Briejer, C. J., egileari.
83. or. Knake, Ellery L. eta Slife, F. W., «Competition of *Setaria faterii* with Corn and Soybeans», in *Weeds*, 10. lib., 1962, 1. zk., 26-29.
- 83.. or. Goodwin, Richard H. eta Niering, William A., *A Roadside Crisis*.
83. or. Egler, Frank E., egileari.
83. or. DeWitt, James B., egileari.
83. or. Holloway, James K., «Weed Control by Insect», in *Set. American*, 197. lib., 1957, 1. zk., 56-62 or.
- 83.. or. Holloway, James K. eta Huffaker, C. B., «Insects to Control a Weed», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 135-140 or.

- 83.. or. Huffaker, C. B. eta Kennett, C. E., «A Ten-Year Study of Vegetational Changes Associated with Biological Control of Klamath Weed», in *Jour. Range Management*, 12. lib., 1959, 2. zk., 69-82.
86. or. Bishopp, F. C, «Insect Friends of Man», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 79-87 or.

7. KAPITULUA: BEHARREZKOA EZ DEN HONDAMENDIA

- 88-89 or. *Here Is Your 1959 Japanese Beetle Control Program*. Release, Michiganeko Nekazaritza Departamentua, 1959ko urria.
89. or. Nickell, Walter, egileari.
89. or. Hadley, Charles H. eta Fleming, Walter E., «The Japanese Beetle», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 567-573 or.
90. or. *Here Is Your 1959 Japanese Beetle Control Program*.
90. or. «No Bugs in Plane Dusting», in *Detroit News*, 1959ko azaroaren 10a.
91. or. *Michigan Audubon Newsletter*, 9. lib., 1960ko urtarrila.
92. or. «No Bugs in Plane Dusting».
92. or. Hickey, Joseph J., «Some Effects of Insecticides on Terrestrial Birdlife», in *Report of Subcom. on Relation of Chemicals to Forestry and Wildlife*, Madison, Wise, 1961eko urtarrila, Txosten Berezia, 6. zk.
93. or. Scott, Thomas G., egileari, 1961ko abenduaren 14a.
93. or. «Coordination of Pesticides Programs», *Hearings*, 86. Kongresua, H.R. 11502, Com. on Merchant Marine and Fisheries, 1960ko maiatza, 66. or.
- 92-95 or. Scott, Thomas G., *et al.*: «Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife», in *Jour. Wildlife Management*, 23. lib., 1959, 409-427 or.
94. or. Hayes, Wayland J., Jr, «The Toxicity of Dieldrin to Man», in *Bull. World Health Organ.*, 20. lib. , 1959, 891-912 or.
95. or. Scott, Thomas G., egileari, 1961eko abenduaren 14a; 1926ko urtarrilaren 8a eta otailaren 15a.
- 96-99 or. Hawley, Ira M., «Milky Diseases of Beetles», in *Yearbook of Agric*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 394-401.
- 96-99 or. Fleming, Walter E., «Biological Control of the Japanese Beetle Especially with Entomogenous Diseases», in *Proc.*, Entomologoen 10. Nazioarteko Kongresua (1956), 3. lib., 1958, 115-125.
98. or. Chittick, Howard A. (Fairfax Biological Lab.), egileari, 1960ko azaroaren 30a.
99. or. Scott, Thomas G., *et al.*, «Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife».

8. KAPITULUA: ETA TXORI-KANTURIK EZ

- 101 or *Audubon Field Notes*. «Fall Migration - Aug. 16 to Nov. 30, 1958», 13. lib., 1959, 1. zk., 1-68.
102. or. Swingle, R. U., *et al.*, «Dutch Elm Disease», in *Yearbook of Agric*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1949, 451-452.
102. or. Mehner, John F. and Wallace, George J., «Robin Populations and Insecticides», in *Atlantic Naturalist*, 14. lib., 1959, 1. zk., 4-10.
103. or. Wallace, George J., «Insecticides and Birds», in *Audubon Mag.*, 1959ko urtarrila-otsaila.
- 103-104 or. Barker, Roy J., «Notes on Some Ecological Effects of DDT Sprayed on Elms», in *Jour. Wildlife Management*, 22. lib., 1958, 3. zk., 269-274.
- 103-104 or. Hickey, Joseph J. and Hunt, L. Barrie, «Songbird Mortality Following Annual Programs to Control Dutch Elm Disease», in *Atlantic Naturalist*, 15. lib., 1960, 2 zk, 87-92.
- 104-105 or. Wallace, George J., «Insecticides and Birds». 104-105or. Wallace, George J., «Another Year of Robin Losses on a University Campus», in *Audubon Mag.*, 1960ko martxoa-apirila.
105. or. «Coordination of Pesticides Programs», in *Hearings*, H.R. 11502, 86. Kongresua, Com. on Merchant Marine and Fisheries, 1960ko maiatza, 10-12 or.
105. or. Hickey, Joseph J. eta Hunt, L. Barrie, «Initial Songbird Mortality Following a Dutch Elm Disease Control Program», in *Jour. Wildlife Management*, 24. lib., 1960, 3. zk., 259-65.
105. or. Wallace, George J., *et al.*, *Bird Mortality in the Dutch Elm Disease Program in Michigan*. Cranbrookeko Zientzia Institutuaren Buletina, 41. zk., 1961. 105. or. Hickey, Joseph J., «Some Effects of Insecticides on Terrestrial Birdlife», in *Report of Subcom. on Relation of Chemicals to Forestry and Wildlife*, Wisconsin, 1961eko urtarrila, 2-43 or.
- 105-106 or. Wallace, George J., *et al.*, *Bird Mortality in the Dutch Elm Disease Program*.
106. or. Walton, W. R., *Earthworms As Pests and Otherwise*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua. Nekazarien Buletina, 1569. zk., 1928. 106 or Wright, Bruce S., «Woodcock Reproduction in DDT-Sprayed Areas of New Brunswick», in *Jour. Wildlife Management*, 24. lib., 1960, 4. zk., 419-420 or. 106. or. Dexter, R. W., «Earthworms in the Winter Diet of the Opossum and the Raccoon», in *Jour. Mammal.*, 32. lib., 1951, 464. or. 107. or. «Coordination of Pesticides Programs». George J. Wallaceren lekukotza, 10. or.
- 107-108 or. Wallace, George J., «Insecticides and Birds». 108. or. Bent, Arthur C., *Life Histories of North American Jays, Crows, and Titmice*. Smithsonian Inst., Estatu Batuetako Historia Naturalaren Museoaren Buletina, 191. zk., 1946.

- 108 or MacLellan, C. R., «Woodpecker Control of the Codling Moth in Nova Scotia Orchards», in *Atlantic Naturalist*, 16. lib., 1961, 1. zk., 17-25.
108. or. Knight, F. B., «The Effects of Woodpeckers on Populations of the Engelmann Spruce Beetle», in *Jour. Econ. Entomol.*, 51. lib., 1958, 603-607.
109. or. Carter, J. C., egileari, 1960ko ekainaren 16a.
110. or. Sweeney, Joseph A., egileari, 1960ko martxoaren 7a.
110. or. Welch, D. S. and Matthyse, J. G., *Control of the Dutch Elm Disease in New York State*. New Yorkeko Nekazaritzako Estatu Fakultatea, Cornell Ext. Buletina, 932. zk., 1960ko ekaina, 3-16 or.
111. or. Miller, Howard, egileari, 1962ko urtarrilaren 17a.
112. or. Matthyse, J. G., *An Evaluation of Mist Blowing and Sanitation in Dutch Elm Disease Control Programs*. New Yorkeko Nekazaritzako Estatu Fakultatea, Cornell Ext. Buletina, 30. zk., 1959ko uztaila, 2-16 or.
112. or. Elton, Charles S., *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*, Wiley, New York, 1958; Methuen, Londres, 1958.
113. or. Broley, Charles E., «The Bald Eagle in Florida», in *Atlantic Naturalist*, 1957ko uztaila, 230-231 or.
113. or. Broley, Charles E., «The Bald Eagle in Florida», in *Audubon Mag.*, 1958ko uztaila-abuztua, 162-163 or.
- 113 or. McLaughlin, Frank, «Bald Eagle Survey in New Jersey», in *New Jersey Nature News*, 16. lib., 1959, 2. zk., 25. or. Interim Report, 16. lib., 1959, 3. zk., 51or.
- 113-114 or. Cunningham, Richard L., «The Status of the Bald Eagle in Florida», in *Audubon Mag.*, 1960ko urtarrila-otsaila, 24-43 or.
114. or. «Vanishing Bald Eagle Gets Champion», in *Florida Naturalist*, 1959ko apirila, 64. or.
114. or. Broun, Maurice, egileari, 1960ko maiatzaren 22-30.
- 114-115 or. Beck, Herbert H., egileari, 1959ko uztailaren 30a.
115. or. De Witt, James B., «Effects of Chlorinated Hydrocarbon Insecticides upon Quail and Pheasants», in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 3. lib., 1955, 8. zk., 672. or.
115. or. De Witt, James B.: «Chronic Toxicity to Quail and Pheasants of Some Chlorinated Insecticides» in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 4. lib., 1956, 10. zk., 863.
115. or. Rudd, Robert L. eta Genelly, Richard E., *Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife*. Kaliforniako Arrantza eta Ehiza Departamentua, Game Bulletin 7. zk., 1956, 57. or.
116. or. Immler, Ralph H. eta Kalmbach, E. R., *The Bald Eagle and Its Economic Status*. Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzuaren Zirkularra, 30. zk., 1955.

116. or. Mills, Herbert R., «Death in the Florida Marshes», in *Audubon Mag.*, 1952ko iraila-urria.
- 117or. *Bulletin*, Internatl Union for the Conservation of Nature, 1957ko maiatza eta urria.
117. or. *The Deaths of Birds and Mammals Connected with Toxic Chemicals in the First Half of 1960*. Britaniako Ornitologia Fundazioaren eta Hegaztiak Babesteko Errege Elkartearen 1. txostena. Gai Kimikoen Batzordea, Hegaztiak Babesteko Errege Elkartea.
- 117-119 *Sixth Report*, Ebaluaketa Batzordea, Nekazaritza, Arrantza eta Elikadura Ministerioa, Sess. 1960-1961, Komunen Ganbera.
118. or. Christian, Garth, «Do Seed Dressings Kill Foxes?» in *Country Life*, 1961eko urtarrilaren 12a.
119. or. Rudd, Robert L. eta Genelly, Richard E., «Avian Mortality from DDT in Californian Rice Fields», in *Condor*, 57. lib., 1955eko martxo-a-apirila, 117-118.
- 119-120 or. Rudd, Robert L. eta Genelly, Richard E., in *Pesticides*.
120. or. Dykstra, Walter W., «Nuisance Bird Control», in *Audubon Mag.*, 1960ko maiatza-ekaina, 118-119 or.
120. or. Buchheister, Carl W., «What About Problem Birds?», in *Audubon Mag.*, 1960ko maiatza-ekaina, 116-118.
120. or. Mitchell, Griffith, E. eta Lemmon, A. B., «Parathion Residues As a Cause of Poisoning in Crop Workers», in *Jour. Am. Med. Assn.*, 166. lib., 1958ko otsailaren 15a, 740-746 or.
9. KAPITULUA: HERIOTZA-IBAIK
- 122-126 or. Kerswill, C J., «Effects of DDT Spraying in New Brunswick on Future Runs of Adult Salmon», in *Atlantic Advocate*, 48. lib., 1958, 65-68 or.
- 122-126 or. Keenleyside, M. H. A., «Insecticides and Wildlife», in *Canadian Audubon*, 21. lib., 1959, 1. zk., 1-7 or.
- 122-126 or. Keenleyside, M. H. A., «Effects of Spruce Bud-worm Control on Salmon and Other Fishes in New Brunswick», in *Canadian Fish Culttrist*, 24. lib., 1959, 17-22 or.
- 122-126 or. Kerswill, C. J., *Investigation and Management of Atlantic Salmon in 1956* (baita 1957, 1958, 1959-60 ere; 4 zatitan). Federal-Provincial Coordinating Com. on Atlantic Salmon (Kanada).
124. or. Ide, F. P., «Effect of Forest Spraying with DDT on Aquatic Insects of Salmon Streams», in *Transactions*, Am. Fisheries Soc., 86. lib., 1957, 208-219 or.
125. or. Kerswill, C. J., egileari, 1961eko maiatzaren 9a.
- 125-126 or. Kerswill, C. J., egileari, 1961eko ekainaren 1a.

- 126-127 or. Warner, Kendall eta Fenderson, O. C., «Effects of Forest Insect Spraying on Northern Maine Trout Streams». Maineko Barrualdeko Arrantza-tokiak eta Ehiza Departamentua, Mimeo., n.d.
127. or. Alderdice, D. F. eta Worthington, M. E., «Tenacity of a DDT Forest Spray to Young Salmon», in *Canadian Fish Culturist*, 24. lib., 1959, 41-48 or.
127. or. Hourston, W. R., egileari, 1961eko maiatzaren 23a.
128. or. Graham, R. J. eta Scott, D. O., *Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams*. Azken Txostena, Montanako Arrantza eta Ehiza Departamentua, 1958.
- 128-129 or. Graham, R. J., «Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams, in *Biological Problems in Water Pollution*. Transactions, 1959ko mintegia. Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoaren Txosten Teknikoa W60-3, 1960.
- 129 or. Crouter, R. A. eta Vernon, E. H., «Effects of Black-headed Budworm Control on Salmon and Trout in British Columbia», in *Canadian Fish Culturist*, 24. lib., 1959, 23-40 or.
- 129-130 or. *Pollution-Caused Fish Kills in 1960*. Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoaren Argitalpena, 847. zk., 1961, 1-20 or.
130. or. Whiteside, J. M., «Spruce Budworm Control in Oregon and Washington, 1949-1956», in *Proc. Entomologoen 10. Nazioarteko Kongresua* (1956), 4. lib., 1958, 291-302 or.
- 130-131 or «U.S. Anglers - Three Billion Dollars», in *Sport Fishing Inst. Bull.*, 119. zk., 1961eko urria.
131. or. Powers, Edward (Bur. of Commercial Fisheries), egileari.
131. or. Rudd, Robert L. eta Genelly, Richard E., *Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife*. Kaliforniako Arrantza eta Ehiza Departamentua, Game Bulletin 7. zk., 1956, 88. or.
131. or. Biglane, K. E., egileari, 1961eko maiatzaren 8a.
131. or. Release No. 58-38, Pennsylvaniako Arrantza Batzordea, 1958ko abenduaren 8a.
131. or. Rudd, Robert L. eta Genelly, Richard E., *Pesticides*, 60. or.
131. or. Henderson, C, *et al.*, «The Relative Toxicity of Ten Chlorinated Hydrocarbon Insecticides to Four Species of Fish», Annual Meeting Am. Fisheries Soc. ren 88. bilkurara aurkeztutako agiria, 1958.
131. or. «The Fire Ant Eradication Program and How It Affects Wildlife», subject of *Proc. Symposium*, 12th Annual Conf. South-eastern Assn Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky (1958). Pub. by the Assn, Columbia, S.C., 1958.
- 131 or. «Effects of the Fire Ant Eradication Program on Wildlife», Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzuaren txostena, 1958ko maiatzaren 25a. Mimeo.

131. or. *Pesticide-Wildlife Review*, 1959. Bur. Sport Fisheries and Wildlife-ren Zirkularra, 84. zk., 1960, Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzua, 1-36 or.
131. or. Baker, Maurice F., «Observations of Effects of an Application of Heptachlor or Dieldrin on Wildlife», in *Proc. Symposium*, 18-20 or.
- 131-132 or. Glasgow, L. L., «Studies on the Effect of the Imported Fire Ant Control Program on Wildlife in Louisiana», in *Proc. Symposium*, 24-29.
- 132 or. *Pesticide-Wildlife Review*, 1959.
132. or. *Progress in Sport Fishery Research*, 1960. Bur. Sport Fisheries and Wildlife-ren Zirkularra, 101. zk., 1960, Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzua.
- 132 or. «Resolution Opposing Fire-Ant Program Passed by American Society of Ichthyologists and Herpetologists», in *Copeia*, 1. zk., 1959, 89. or.
132. or. Young, L. A. eta Nicholson, H. P., «Stream Pollution Resulting from the Use of Organic Insecticides», in *Progressive Fish Culturist*, 13. lib., 1951, 4. zk., 193-198.
134. or. Rudd, Robert L. eta Genelly, Richard E., Pesticides.
134. or. Lawrence, J. M., «Toxicity of Some New Insecticides to Several Species of Pondfish», in *Progressive Fish Culturist*, 12. lib., 1950, 4 zk, 141-146 or.
134. or. Pielow, D. P., «Lethal Effects of DDT on Young Fish», in *Nature*, 158. lib., 1946, 4011. zk., 378. or.
135. or. Herald, E. S., «Notes on the Effect of Aircraft-Distributed DDT-Oil Spray upon Certain Philippine Fishes», in *Jour. Wildlife Management*, 13. lib., 1949, 3. zk., 316. or.
- 135-136 or. «Report of Investigation of the Colorado River Fish Kill, January, 1961». Texaseko Ehiza eta Arrantza Batzordea, 1961, Mimeo.
137. or. Harrington, R. W., Jr, and Bidlingmayer, W. L., «Effects of Dieldrin on Fishes and Invertebrates of a Salt Marsh», in *Jour. Wildlife Management*, 22. lib., 1958, 1. zk., 76-82 or.
- 137-138 or. Mills, Herbert R., «Death in the Florida Marshes», in *Audubon Mag.*, 1952ko iraila-urria.
138. or. Springer, Paul F. eta Webster, John R., *Effects of DDT on Saltmarsh Wildlife*: 1949. Estatu Batuetako Arrantza eta Basabizia Zerbitzua, Txosten Zientifiko Berezia, Basabizia 10. zk., 1949.
139. or. John C. Pearson, egileari.
- 140-141 or. Butler, Philip A., «Effects of Pesticides on Commercial Fisheries», in *Proc.* 13.th Annual Session (November 1960), Gulf and Caribbean Fisheries Inst., 168-171 or.

10. KAPITULUA: ZERUTIK, BEREIZI GABE

142. or. Perry, C. G, *Gypsy Moth Appraisal Program and Proposed Plan to Prevent Spread of the Moths*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua. Buletin Teknikoa. 1124. zk., 1955ko urria.
143. or. Corliss, John M., «The Gypsy Moth», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 694-698 or.
143. or. Worrell, Albert C, «Pests, Pesticides and People», offprint from *Am. Forests Mag.*, 1960ko uztaila.
143. or. Clausen, C. P., 'Parasites and Predators', in *Yearbook of Agric*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 380-388 or.
143. or. Perry, C. C, *Gypsy Moth Appraisal Program*.
144. or. Worrell, Albert C, «Pests, Pesticides, and People».
144. or. «USDA Launches Large-Scale Effort to Wipe Out Gypsy Moth», prentsa-oharra, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1957ko martxoaren 20a.
144. or. Worrell, Albert C, «Pests, Pesticides, and People». 144. or. *Robert Cushman Murphy et al. v. Ezra Taft Benson et al.* U.S. District Court, Eastern District of New York, October 1959, Civ. No. 17610.
145. or. *Murphy et al. v. Benson et al.* Petition for a Writ of Cerciorari to the U.S. Court of Appeals for the Second Circuit, 1959ko urria.
144. or. Waller, W. K., «Poison on the Land», in *Audubon Mag.*, 1958ko martxo-apirila, 68-71 or.
145. or. *Murphy et al. v. Benson et al.* Estatu Batuetako Korte Gorenaren Txostenak, Memorandum Kasuak, 662. zk., 1960ko martxoa.
145. or. Waller, W. K., «Poison on the Land».
146. or. *Am. Bee Jour.*, 1958ko ekaina, 224. or.
147. or. *Murphy et al. v. Benson et al.* U.S. Court of Appeals, Second Circuit. Brief for Defendant-Appellee Butler, 25448. zk., 1959ko martxoa.
147. or. Brown, William L., Jr, «Mass Insect Control Programs: Four Case Histories», in *Psyche*, 68. lib., 1961, 2-3. zk., 75-111 or.
- 147-148 or. Arant, F. S., *et al.*, «Facts about the Imported Fire Ant», in *Highlights of Agric. Research*, 5. lib., 1958, 4. zk.
148. or. Brown, William L., Jr, «Mass Insect Control Programs».
148. or. «Pesticides: Hedgehopping into Trouble?», in *Chemical Week*, 1958ko otsailaren 8a, 97. or.
149. or. Arant, F. S., *et al.*, «Facts about the Imported Fire Ant».
149. or. Byrd, I. B., «What Are the Side Effects of the Imported Fire Ant Control Program?» in *Biological Problems in Water Pollution*. Transactions, 1959ko

- mintegia, Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoaren Txosten Teknikoa W60-3, 1960, 46-50 or.
149. or. Hays, S. B. eta Hays, K. L., «Food Habits of *Solenopsis saevissima richteri* Forel», in *Jour. Earn. Entomol.*, 52. lib., 1959, 3. zk., 455-457 or.
149. or. Caro, M. R., *et al.*, «Skin Responses to the Sting of the Imported Fire Ant», in *A.M.A. Archives Dermat.*, 75. lib., 1957, 475-488 or.
149. or. Byrd, I. B., «Side Effects of Fire Ant Program».
150. or. Baker, Maurice F., in *Virginia Wildlife*, 1958ko azaroa.
- 150-151 or. «The Fire Ant Eradication Program and How It Affects Wildlife», subject of *Proc. Symposium*, 12th Annual Conf. South-eastern Assn Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky (1958). Pub. by the Assn, Columbia, S.C., 1958.
151. or. Brown, William L., Jr, «Mass Insect Control Programs.
151. or. *Pesticide-Wildlife Review*, 1959. Bur. Sport Fisheries and Wildlife-ren Zirkularra, 84. zk., 1960, Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzua, 1-36 or.
- 151-152 or. Wright, Bruce S., «Woodcock Reproduction in DDT-Sprayed Areas of New Brunswick», in *Jour. Wildlife Management*, 24. lib., 1960, 4. zk., 419-420 or.
152. or. Clawson, Sterling G., «Fire Ant Eradication - and Quail», in *Alabama Conservation*, 30. lib., 1959, 4. zk., 14. or.
152. or. Rosene, Walter, «Whistling-Cock Counts of Bob-white Quail on Areas Treated with Insecticide and on Untreated Areas, Decatur County, Georgia», in *Proc. Symposium*, 14-18 or.
- 152 or *Pesticide-Wildlife Review*, 1959.
- 152-153 or. Cottam, Clarence, «The Uncontrolled Use of Pesticides in the South-east», address to South-eastern Assn Fish, Game and Conservation Commissioners, 1959ko urria.
- 153-154 or. Poitevint, Otis L., Address to Georgia Sportsmen's Fed., 1959ko urria.
154. or. Ely, R. E., *et al.*, «Excretion of Heptachlor Epoxide in the Milk of Dairy Cows Fed Heptachlor-Sprayed Forage and Technical Heptachlor», in *Jour. Dairy Sci.*, 38. lib., 1955, 6. zk., 669-672.
154. or. Gannon, N., *et al.*, «Storage of Dieldrin in Tissues and Its Excretion in Milk of Dairy Cows Fed Dieldrin in Their Diets», in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 7. lib., 1959, 12. zk., 824-832.
154. or. *Insecticide Recommendations of the Entomology Research Division for the Control of Insects Attacking Crops and Livestock for 1961*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Eskuliburua 120. zk. 1960.

154. or. Peckinpough, H. S. (Alabama Dept of Agric and Indus.), egileari, 1959ko martxoaren 24a.
154. or. Hartman, H. L. (Louisiana State Board of Health), egileari, 1959ko martxoaren 23a.
154. or. Lakey, J. F. (Texasko Osasun Dep.), egileari, 1959ko martxoaren 23a.
155. or. Davidow, B. eta Radomski, J. L., «Metabolite of Heptachlor, Its Analysis, Storage, and Toxicity», in *Federation Proc.*, 11. zk., 1952, 1. zk., 336. or.
155. or. Elikagaien eta Drogen Administrazioa, Estatu Batuetako Osasun, Hezkuntza eta Ongizate Departamentua, in *Federal Register*, 1959ko urriaren 27a.
155. or. Burgess, E. D. (U.S. Dept of Agric), egileari, 1961eko ekainaren 23a.
156. or. «Fire Ant Control is Parley Topic», in *Beaumont [Texas] Journal*, 1959ko irailaren 24a.
156. or. «Coordination of Pesticides Programs», *Hearings*, 86. Kongresua, H.R. 11502, Com. on Merchant Marine and Fisheries, 1960ko maiatza, 45. or.
156. or. Newsom, L. D. (Head, Entomol. Research, Louisiana State Univ.), egileari, 1962ko martxoaren 23a.
157. or. Green, H. B. eta Hutchins, R. E., *Economical Method for Control of Imported Fire Ant in Pastures and Meadows*. Miss. State Univ. Agric. Exper. Station Information Sheet 586 (1958ko maiatza).

11. KAPITULUA: BORGIARREN AMETSEN BESTALDEAN

159. or. «Chemicals in Food Products», *Hearings*, 81. kongresua, H.R. 323, Elikagaietako Produktu Kimikoen Erabilera Aztertzeko Batzordea, Pt 1, 1950, 388-390 or.
160. or. *Clothes Moths and Carpet Beetles*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Home and Garden Buletina 24. zk., 1961.
160. or. Mulrennan, J. A., egileari, 1960ko martxoaren 15a.
160. or. *New York Times*, 1960ko maiatzaren 22a.
161. or. Petty, Charles S., «Organic Phosphate Insecticide Poisoning. Residual Effects in Two Cases», in *Am. Jour. Med.*, 24. lib., 1958, 467-470 or.
161. or. Miller, A. C., *et al.*, «Do People Read Labels on Household Insecticides?», in *Soap and Chem. Specialties*, 34. lib., 1958, 7. zk., 61-63 or.
162. or. Hayes, Wayland, J., Jr, *et al.*, «Storage of DDT and DDE in People with Different Degrees of Exposure to DDT», in *A.M.A. Archives Indus. Health*, 18. lib., 1958ko azaroa, 398-406 or.
162. or. Walker, Kenneth C, *et al.*, «Pesticide Residues in Foods. Dichlorodiphenyltrichloroethane and Dichlorodiphenyldichloroethylene Content of Prepared Meals», in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 2. lib., 1954, 20.

- zk., 1034-1037.-162. or. Hayes, Wayland J., Jr, *et al.*, «The Effect of Known Repeated Oral Doses of Chlorophenothane (DDT) in Man», *Jour. Am. Med. Assn.*, 162. lib., 1956, 9. zk., 890-897 or. 162. or. Milstead, K. L., «Highlights in Various Areas of Enforcement», address to 64th Annual Conf. Assn of Food and Drug Officials of U.S., Dallas (1960ko ekaina). 163. or. Durham, William, *et al.*, «Insecticide Content of Diet and Body Fat of Alaskan Natives», in *Science*, 134. lib., 1961, 3493. zk., 1880-1881. or.
164. or. «Pesticides – 1959», in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 7. zk., 1959, 10. zk., 674-688 or.
164. or. *Annual Reports*, Elikagaien eta Drogen Administrazioa, Estatu Batuetako Osasun, Hezkuntza eta Ongizate Departamentua, 1957, 196-197 or., 1956, 203. or.
164. or. Markarian, Haig, *et al.*, «Insecticide Residues in Foods Subjected to Fogging under Simulated Warehouse Conditions», in *Abstracts*, 135th Meeting Am. Chem. Soc., 1959ko apirila.
12. KAPITULUA: GIZAKIAREN ORDAINA
168. or. Price, David E., «Is Man Becoming Obsolete?», in *Public Health Reports*, 74. lib., 1959, 8. zk., 693-699 or.
169. or. «Report on Environmental Health Problems», *Hearings*, 86. kongresua, Zuzkiduren Batzordeko Azpibatzerdea, 1960eko martxoa, 34. or.
169. or. Dubos, Rene, *Mirage of Health*, New York, Harper, 1959. World Perspectives Series, P. 171; Londres, Allen & Unwin, 1960.
169. or. *Medical Research: A Midcentury Survey*. 2. lib., *Unsolved Clinical Problems in Biological Perspective*, Boston, Little, Brown, 1955, 4. or.
170. or. «Chemicals in Food Products», *Hearings*, 81. Kongresua, H.R. 323, Elikagaietako Produktu Kimikoen Erabilera Aztertze Batzordea, 1950, 5. or. A.J. Carlsson lekukotza.
170. or. Paul, A. H., «Dieldrin Poisoning - A Case Report», in *New Zealand Med. Jour.*, 58. lib., 1959, 393. or.
170. or. «Insecticide Storage in Adipose Tissue», editoriala, in *Jour. Am. Med. Assn.*, 145. lib., 1951eko martxoaren 10a, 735-736 or.
171. or. Mitchell, Philip H., *A Textbook of General Physiology*, New York, McGraw-Hill, 1956, 5. edizioa.
171. or. Miller, B. F. eta Goode, R., *Man and His Body: The Wonders of the Human Mechanism*, New York, Simon and Schuster, 1960; Londres, Gollancz, 1961.
171. or. Dubois, Kenneth P., «Potentiation of the Toxicity of Insecticidal Organic Phosphates», in *A.M.A. Archives Indus. Health*, 18. lib., 1958 abendua, 488-496 or.

172. or. Gleason, Marion, et al., *Clinical Toxicology of Commercial Products*, Baltimore, Williams and Wilkins, 1957.
- 172-173 or. Case, R. A. M., 'Toxic Effects of DDT in Man', in *Brit. Med. Jour.*, 2. lib., 1945eko abenduaren 15a, 842-845 or.
173. or. Wigglesworth, V. D., 'A Case of DDT Poisoning in Man', in *Brit. Med. Jour.*, 1. lib., 1945eko apirilaren 14a, 517. or.
173. or. Hayes, Wayland J., Jr, *et al.*, «The Effect of Known Repeated Oral Doses of Chlorophenothane (DDT) in Man», in *Jour. Am. Med. Assn.*, 162. lib., 1956ko urriaren 27a, 890-897 or.
173. or. Hargraves, Malcolm M., «Chemical Pesticides and Conservation Problems», address to 23rd Annual Conv. Natl Wildlife Fed., 1959ko otsailaren 27a. Mimeo.
174. or. Hargraves, Malcolm M. and Hanlon, D. G., «Leukemia and Lymphoma - Environmental Diseases?», Hematologiako Nazioarteko Kongresuan aurkeztutako agiria, Japonia, 1960ko iraila. Mimeo.
159. or. «Chemicals in Food Products», in *Hearings*, 81. kongresua, H.R. 323, Elikagaietako Produktu Kimikoen Erabilera Aztertzeiko Batzordea, 1950, Morton S. Biskind doktorearen lekukotza.
174. or. Thompson, R. H. S., «Cholinesterases and Anti-cholinesterases», in *Lectures on the Scientific Basis of Medicine*, II. lib., 1952-1953), Londreseko Unibertsitatea, Londres, Athlone Press, 1954.
175. or. Laug, E. P. eta Keenz, F. M., «Effect of Carbon Tetrachloride on Toxicity and Storage of Methoxychlor in Rats», in *Federation Proc*, 10. lib., 1951eko martxoa, 318. or.
175. or. Hayes, Wayland J., Jr: «The Toxicity of Dieldrin to Man», in *Bull. World Health Organ.*, 20. lib., 1959, 891-912 or.
- 175 or. «Abuse of Insecticide Fumigating Devices», in *Jour. Am. Med. Assn.*, 156. lib., 1954ko urriaren 9a, 607-608 or.
176. or. «Chemicals in Food Products», Paul B. Dunbar doktorearen lekukotza, 28-29 or.
176. or. Smith, M. I. eta Elrove, E., «Pharmacological and Chemical Studies of the Cause of So-Called Ginger Paralysis», in *Public Health Reports*, 45. lib., 1930, 1703-1716. or.
176. or. Durham, W. F., *et al.*, «Paralytic and Related Effects of Certain Organic Phosphorus Compounds», in *A.M.A. Archives Indus. Health*, 13. lib., 1956, 326-330 or.
176. or. Bidstrup, P. L., *et al.*, «Anticholinesterases (Paralysis in Man Following Poisoning by Cholinesterase Inhibitors)», in *Chem. and Indus.*, 24. lib., 1954, 674-676 or.

177. or. Gershon, S. eta Shaw, F. H., «Psychiatric Sequelae of Chronic Exposure to Organophosphorus Insecticides», in *Lancet*, 7191. lib., 1961eko ekainaren 24a, 1371-1374 or.

13. KAPITULUA: LEIHO ESTU BATEAN ZEHAR

178. or. Wald, George, «Life and Light», in *Sci. American*, 1959ko urria, 40-42 or. 178. or. Rabinowitch, E. I., Quoted in *Medical Research: A Midcentury Survey*. 2. lib., *Unsolved Clinical Problems in Biological Perspective*, Boston, Little, Brown, 1955, 25. or.
179. or. Ernster, L. eta Lindberg, O., «Animal Mitochondria», in *Annual Rev. Physiol.*, 20. lib., 1958, 13-42 or.
180. or. Siekevitz, Philip, «Powerhouse of the Cell», in *Set. American*, 197. lib., 1957, 1. zk., 131-140 or.
180. or. Green, David E., «Biological Oxidation», in *Set. American*, 199. lib., 1958, 1. zk., 56-62 or.
180. or. Lehninger, Albert L., «Energy Transformation in the Cell», in *Sci. American*, 202. lib., 1960, 5. zk., 102-114 or.
180. or. Lehninger, Albert L., *Oxidative Phosphorylation*. Harvey Lectures (1953-54), Ser. XLIX, Harvard University. Cambridge, Harvard Univ. Press, 1955, 176-215 or.
181. or. Siekevitz, Philip, «Powerhouse of the Cell».
181. or. Simon, E. W., «Mechanisms of Dinitrophenol Toxicity», in *Biol. Rev.*, 28. lib., 1953, 453-479 or.
181. or. Yost, Henry T. eta Robson, H. H., «Studies on the Effects of Irradiation of Cellular Particulates. III. The Effect of Combined Radiation Treatments on Phosphorylation», in *Biol. Bull*, 116. lib., 1959, 3. zk., 498-506.
181. or. Loomis, W. F. eta Lipmann, F., «Reversible Inhibition of the Coupling between Phosphorylation and Oxidation», in *Jour. Biol. Chem.*, 173. lib., 1948, 807-808 or.
182. or. Brody, T. M., «Effect of Certain Plant Growth Substances on Oxidative Phosphorylation in Rat Liver Mitochondria», in *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 80. lib., 1952, 533-536 or.
182. or. Sacklin, J. A., *et al.*, «Effect of DDT on Enzymatic Oxidation and Phosphorylation», in *Science*, 122. lib., 1955, 377-378 or.
182. or. Danziger, L., «Anoxia and Compounds Causing Mental Disorders in Man», in *Diseases Nervous System*, 6. lib., 1945, 12. zk., 365-370 or.
182. or. Goldblatt, Harry eta Cameron G., «Induced Malignancy in Cells from Rat Myocardium Subjected to Intermittent Anaerobiosis During Long Propagation in Vitro», in *Jour. Exper. Med.*, 97. lib., 1953, 4. zk., 525-552 or.

187. or. Warburg, Otto, «On the Origin of Cancer Cells», in *Science*, 123. lib., 1956, 3191. zk., 309-314 or.
- 182-183 or. «Congenital Malformations Subject of Study», in *Registraz*; Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoa, 24. lib., 12. zk., 1959ko abendua, 1. or.
183. or. Brachet, J., *Biochemical Cytology*, New York, Academic Press, 1957, 516. or.
184. or. Genelly, Richard E. eta Rudd, Robert L., «Effects of DDT, Toxaphene, and Dieldrin on Pheasant Reproduction», in *Auk*, 73. lib., 1956ko urria, 529-539 or.
184. or. Wallace, George J, egileari, 1960ko ekainaren 2a.
184. or. Cottam, Clarence, «Some Effects of Sprays on Crops and Livestock», Soil Conservation Soc. of Am.ri zuzendua, 1961eko abuztua. Mimeo.
- 184 or Bryson, M. J., *et al.*, «DDT in Eggs and Tissues of Chickens Fed Varying Levels of DDT», in *Advances in Chem.*, Ser. 1. zk., 1950.
184. or. Pillmore, R. E., «Insecticide Residues in Big Game Animals», Estatu Batuetako Arrantzaren eta Basabiziaren Zerbitzua, 1-10 or, Denver, 1961. Mimeo.
185. or. Genelly, Richard E. eta Rudd, Robert L., «Chronic Toxicity of DDT, Toxaphene, and Dieldrin to Ring-necked Pheasants», in *Calif. Fish and Game*, 42. lib., 1956, 1. zk., 5-14 or.
185. or. Emmel, L. eta Krupe, M., «The Mode of Action of DDT in Warm-blooded Animals», in *Zeits. für Naturforschung*, 1. lib., 1946, 691-695 or.
185. or. Wallace, George J, egileari.
185. or. Hodge, C.-H.J *et al.*, «Short-Term Oral Toxicity Tests of Methoxychlor in Rats and Dogs», in *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, 99. lib., 1950, 140. or.
185. or. Burlington, H. eta Lindeman, V. F., «Effect of DDT on Testes and Secondary Sex Characters of White Leghorn Cockerels», in *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, 74. lib., 1950, 48-51 or.
185. or. Lardy, H. A. eta Phillips, P. H., «The Effect of Thyroxine and Dinitrophenol on Sperm Metabolism», in *Jour. Biol. Chem.*, 149. lib., 1943, 177. or.
185. or.»Occupational Oligospermia», letter to Editor, in *Jour. Am. Med. Assn.*, 140. lib., 1249. zk., 1949ko abuztuaren 13a.
185. or. Burnet, F. Macfarlane, «Leukemia As a Problem in Preventive Medicine», in *New Eng. Jour. Med.*, 259. lib., 1958, 9. zk., 423-431 or.
185. or. Alexander, Peter, «Radiation-Imitating Chemicals», in *Set. American*, 202. lib., 1960, 1. zk., 99-108 or.
187. or. Simpson, George G., Pittendrigh, C. S. eta Tiffany, L. H., *Life: An Introduction to Biology*, New York, Harcourt, Brace, 1957; Londres, Routledge & Kegan Paul, 1958.

188. or. Burnet, F., «Leukemia As a Problem in Preventive Medicine».
188. or. Beam, A. G. eta German III, J. L., »Chromosomes and Disease», in *Set. American*, 205. lib., 1961, 5. zk., 66-76 or.
188. or. «The Nature of Radioactive Fall-out and Its Effects on Man», in *Hearings*, 85th Congress, Joint Com. on Atomic Energy, Pt 2, 1957ko ekaina, 1062. or. Hermann J. Muller doktoreraren lekukotza.
188. or. Alexander, Peter, «Radiation-Imitating Chemicals».
188. or. Muller, Hermann J., «Radiation and Human Mutation», in *Set. American*, 193. lib., 1955, 11. zk., 58-68 or.
189. or. Conen, P. E. eta Lansky, G. S., «Chromosome Damage during Nitrogen Mustard Therapy», in *Brit. Med. Jour.*, 2. lib., 1961eko urriaren 21a, 1055-1057. or.
189. or. Blasquez, J. Eta Maier, J., «Ginandromorfismo en *Culex fatigans* sometidos por generaciones sucesivas a exposiciones de DDT», in *Revista de Sanidad y Asistencia Social* (Caracas), 16. lib., 1951, 607-612 or.
189. or. Levan, A. eta Tjio, J. H., «Induction of Chromosome Fragmentation by Phenols», in *Heredity*, 34. lib., 1948, 453-484 or.
189. or. Loveless, A. eta Revell, S., «New Evidence on the Mode of Action of Mitotic Poisons», in *Nature*, 164. lib., 1949, 938-944 or.
189. or. Hadorn, E., *et al.* Quoted by Charlotte Auerbach in «Chemical Mutagenesis», in *Biol. Rev.*, 24. lib., 1949, 355-391 or.
- 355-391 or. Wilson, S. M., *et al.*, «Cytological and Genetical Effects of the Defoliant Endothal», in *Jour. of Heredity*, 47. lib., 1956, 4. zk., 151-155.
189. or. Vogt, quoted by W. J. Burdette in «The Significance of Mutation in Relation to the Origin of Tumors: A Review», in *Cancer Research*, 15. lib., 1955, 4. zk., 201-226 or.
189. or. Swanson, Carl, *Cytology and Cytogenetics*, Engle-wood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1957.
189. or. Kostoff, D., «Induction of Cytogenic Changes and Atypical Growth by Hexachlorocyclohexane», in *Science*, 109. lib., 1949ko maiatzaren 2a, 467-468 or.
189. or. Sass, John E., «Response of Meristems of Seedlings to Benzene Hexachloride Used As a Seed Protectant», in *Science*, 114. lib., 1951eko azaroaren 2a, 466. or.
190. or. Shenefelt, R. D., «What's Behind Insect Control?» in *What's New in Farm Science*. Wiseko Unibertsitate. Nekaz. Esper. Estazioaren Buletina 512. zk., 1955eko urtarrila. 190. or. Croker, Barbara H., «Effects of 2,4-D and 2,4,4-Ton Mitosis in *Allium cepa*», in *Bot. Gazette*, 114. lib., 1953, 274-283 or.
190. or. Muhling, G. N., *et al.*, «Cytological Effects of Herbicidal Substituted Phenols», in *Weeds*, 8. lib., 1960, 2. zk., 173-181 or.

190. or. Davis, David E., egileari, 1961eko azaroaren 24a.
190. or. Jacobs, Patricia A., *et al.*, «The Somatic Chromosomes in Mongolism», in *Lancet*, 7075. zk., 1959ko apirilaren 4a, 710. or.
190. or. Ford, C. E. eta Jacobs, P. A., «Human Somatic Chromosomes», in *Nature*, 1958ko ekainaren 7a, 1565-1568. or.
- 191 or «Chromosome Abnormality in Chronic Myeloid Leukaemia», editoriala, in *Brit. Med. Jour.*, 1. lib., 1961eko otsailaren 4a, 347. or.
191. or. Beam, A. G. eta German III, J. L., «Chromosomes and Disease».
191. or. Patau, K., *et al.*, «Partial-Trisomy Syndromes. I. Sturge-Weber's Disease», in *Am. Jour. Human Genetics*, 13. lib., 1961, 3. zk., 287-298 or.
192. or. Patau, K., *et al.*, «Partial-Trisomy Syndromes. II. An Insertion As Cause of the OFD Syndrome in Mother and Daughter», in *Chromosoma*, Berlin, 21. lib., 1961, 573-584.
192. or. Therman, E., *et al.*, «The D Trisomy Syndrome and XO Gonadal Dysgenesis in Two Sisters», in *Am. Jour. Human Genetics*, 13. lib., 1961, 2. zk., 193-204 or.

14. KAPITULUA: LAUTIK BAT

193. or. Hueper, W. C., «Newer Developments in Occupational and Environmental Cancer», in *A.M.A. Archives Inter. Med.*, 100. lib., 1957ko iraila, 487-503 or.
194. or. Hueper, W. C., *Occupational Tumors and Allied Diseases*, Springfield, Ill., Thomas, 1942.
195. or. Hueper, W. C., «Environmental Cancer Hazards: A Problem of Community Health», in *Southern Med. Jour.*, 50. lib., 1957, 7. zk., 923-933 or.
195. or. «Estimated Numbers of Deaths and Death Rates for Selected Causes: United States», Annual Summary for 1959, Pt 2, *Monthly Vital Statistics Report*, 7. lib., 13. zk., 1959ko uztailaren 22a, 14. or. Natl Office of Vital Statistics, Osasun Zerbitzu Publikoa.
195. or. 1962 *Cancer Facts and Figures*. American Cancer Society.
195. or. *Vital Statistics of the United States, 1959*. Natl Office of Vital Statistics, Osasun Zerbitzu Publikoa I. Lib., 6 Sek, Hilkortasun Estatistikak. 6-K taula.
195. or. Hueper, W. C., *Environmental and Occupational Cancer*, Public Health Reports, 209. gehigarria, 1948.
195. or. «Food Additives», in *Hearings*, 85th Congress, Estatuaren arteko eta Kanpo Merkataritza Batzordearen Azpibatzerdea, 1957ko uztaila. Francis E. Ray doktorearen lekukotza, 200. or.
194. or. Hueper, W. C., *Occupational Tumors and Allied Diseases*.

197. or. Hueper, W. C., «Potential Role of Non-Nutritive Food Additives and Contaminants as Environmental Carcinogens», in *A.M.A. Archives Path.*, 62. lib., 1956ko iraila, 218-249 or.
198. or. «Tolerances for Residues of Aramite», in *Federal Register*, 1955eko irailaren 30a, Elikagaien eta Drogen Administrazioa, Estatu Batuetako Osasun, Hezkuntza eta Ongizate Departamentua.
198. or. «Notice of Proposal to Establish Zero Tolerances for Aramite», in *Federal Register*, 1958ko apirilaren 26a, Elikagaien eta Drogen Administrazioa.
198. or. «Aramite - Revocation of Tolerances; Establishment of Zero Tolerances», in *Federal Register*, 1958ko abenduaren 24a, Elikagaien eta Drogen Administrazioa.
198. or. Van Oettingen, W. F., *The Halogenated Aliphatic, Olefinic, Cyclic, Aromatic, and Aliphatic-Aromatic Hydrocarbons: Including the Halogenated Insecticides, Their Toxicity and Potential Dangers*. Estatu Batuetako Osasun, Hezkuntza eta Ongizate Departamentua. Osasun Zerbitzu Publikoaren Argitalpena, 414 (1955).
198. or. Hueper, W. C. eta Payne, W. W., «Observations on the Occurrence of Hepatomas in Rainbow Trout», in *Jour. Natl. Cancer Inst.*, 27. lib., 1961, 1123-1143 or.
198. or. VanEsch, G. J., *et al.*, «The Production of Skin Tumours in Mice by Oral Treatment with Urethane-Iso-propyl-N-Phenyl Carbamate or Isopropyl-N-Chlorophenyl Carbamate in Combination with Skin Painting with Croton Oil and Tween 60», in *Brit. Jour. Cancer*, 12. lib., 1958, 355-562 or.
- 198-9 or. «Scientific Background for Food and Drug Administration Action against Aminotriazole in Cranberries», Elikagaien eta Drogen Administrazioa, Estatu Batuetako Osasun, Hezkuntza eta Ongizate Departamentua, 1959ko azaroaren 17a, Mimeo.
199. or. Rutstein, David. Eskutitza *New York Times*era, 1959ko azaroaren 16a.
199. or. Hueper, W. C., «Causal and Preventive Aspects of Environmental Cancer», in *Minnesota Med.*, 39. lib., 1956ko urtarrila, 5-11, 22. or.
200. or. «Estimated Numbers of Deaths and Death Rates for Selected Causes: United States», Annual Summary for 1960, Pt 2, in *Monthly Vital Statistics Report*, 9. lib., 13. zk., 1961ko uztailearen 28a, 3. taula.
200. or. *Robert Cushman Murphy et al. v. Ezra Taft Benson et al.* U.S. District Court, Eastern District of New York, October 1959, Civ. No. 17610. Malcolm M. Hargraves doktorearen lekukotza.
- 200-201 or. Hargraves, Malcolm M., «Chemical Pesticides and Conservation Problems», address to 23rd Annual Conv. Natl Wildlife Fed., 1959ko otsailaren 27a, Mimeo.

202. or. Hargraves, Malcolm M. and Hanlon, D. G., «Leukemia and Lymphoma - Environmental Diseases?», Hematologiako Nazioarteko Kongresuan aurkeztutako agiria, Japonia, 1960ko iraila. Mimeo.
202. or. Wright, C, *et al.*, «Agranulocytosis Occurring after Exposure to a DDT Pyrethrum Aerosol Bomb», in *Am. Jour. Med.*, I. lib., 1946, 562-567 or.
202. or. Jedlicka, V., «Paramyeloblastic Leukemia Appearing Simultaneously in Two Blood Cousins after Simultaneous Contact with Gammexane (Hexachlorcyclohexane)», in *Acta Med. Scand.*, 161. lib., 1958, 447-451 or.
202. or. Friberg, L. and Martensson, J., «Case of Panmyelo-phthisis after Exposure to Chlorophenothane and Benzene Hexachloride», in (A.M.A.) *Archives Indus. Hygiene and Occupat. Med.*, 8. lib., 1953, 2. zk., 166-169 or.
- 203-204 or. Warburg, Otto, «On the Origin of Cancer Cells», in *Science*, 123. lib., 3191. zk., 1956ko otsailaren 24a, 309-314 or.
205. or. Sloan-Kettering Inst. for Cancer Research, *Biennial Report*, 1957eko uztailaren 1a-1959ko ekainaren 30a, 72. or.
- 205-206 or. Levan, Albeit eta Biese, John J., «Role of Chromosomes in Cancerogenesis, as Studied in Serial Tissue Culture of Mammalian Cells», in *Annals New York Acad. Set.*, 71. lib., 1958, 6. zk., 1022-1053. or.
206. or. Hunter, F. T., «Chronic Exposure to Benzene (Benzol). II. The Clinical Effects», in *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, 21. lib., 1939, 331-354 or.
206. or. Mallory, T. B., *et al.*, «Chronic Exposure to Benzene (Benzol). III. The Pathologic Results», in *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, 21. lib., 1939, 355-393 or.
206. or. Hueper, W. C, *Occupational Tumors and Allied Diseases*, 1-69 or.
206. or. Hueper, W. C, «Recent Developments in Environmental Cancer», in *A.M.A. Archives Path.*, 58. lib., 1954, 475-523 or.
- 206-207 or. Burnet, F. Macfarlane, «Leukemia As a Problem in Preventive Medicine», in *New Eng. Jour. Med.*, 259. lib., 1958, 9. zk., 423-431 or.
207. or. Klein, Michael, «The Transplacental Effect of Urethan on Lung Tumorigenesis in Mice», in *Jour. Natl. Cancer Inst.*, 12. lib., 1952, 1003-1010. or.
- 207-209 or. Biskind, M. S. eta Biskind, G. R., «Diminution in Ability of the Liver to Inactivate Estrone in Vitamin B Complex Deficiency», in *Science*, 94. lib., 2446. zk., 1941eko azaroa, 462. or.
- 207-209 or. Bistrfnd, G. R. eta Biskind, M. S., «The Nutritional Aspects of Certain Endocrine Disturbances», in *Am. Jour. Clin. Path.*, 16. lib., 1946, 12. zk., 737-745 or.
- 207-209 or. Biskind, M. S. eta Biskind, G. R., «Effect of Vitamin B Complex Deficiency on Inactivation of Estrone in the Liver», in *Endocrinology*, 31. lib., 1942, 1. zk., 109-114 or.

- 207-209 or. Biskind, M. S. eta Shelesnyak, M. C., «Effect of Vitamin B Complex Deficiency on Inactivation of Ovarian Estrogen in the Liver», in *Endocrinology*, 30. lib., 1942, 5. zk., 819-820 or.
- 207-209 or. Biskind, M. S. eta Biskind, G. R., «Inactivation of Testosterone Propionate in the Liver During Vitamin B Complex Deficiency. Alteration of the Estrogen-Androgen Equilibrium», in *Endocrinology*, 32. lib., 1943, 1. zk., 97-102 or.
- 208 or. Greene, H. S. N., «Uterine Adenomata in the Rabbit. III. Susceptibility As a Function of Constitutional Factors», in *Jour. Exper. Med.*, 73. lib., 1941, 2. zk., 273-292 or.
208. or. Horning, E. S. eta Whittick, J. W., «The Histogenesis of Stilboestrol-Induced Renal Tumours in the Male Golden Hamster», in *Brit. Jour. Cancer*, 8. lib., 1954, 451-457 or.
208. or. Kirkman, Hadley, *Estrogen-Induced Tumors of the Kidney in the Syrian Hamster*. Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoa, Minbizia Institutu Nazionalea, Monografia, 1. zk., 1959ko abendua.
208. or. Ayre, J. E. eta Bauld, W. A. G., «Thiamine Deficiency and High Estrogen Findings in Uterine Cancer and in Menorrhagia», in *Science*, 103. lib., 2676. zk., 1946ko apirilaren 12a, 441-445.
- 208-209 or. Rhoads, C P., «Physiological Aspects of Vitamin Deficiency», in *Proc. Inst. Med. Chicago*, 13. lib., 1940, 198. or.
- 208-209 or. Sugiura, K. eta Rhoads, C P., «Experimental Liver Cancer in Rats and Its Inhibition by Rice-Bran Extract, Yeast, and Yeast Extract», in *Cancer Research*, 1. lib., 1941, 3-16 or.
209. or. Martin, H., «The Precancerous Mouth Lesions of Avitaminosis B. Their Etiology, Response to Therapy and Relationship to Intraoral Cancer», in *Am. Jour. Surgery*, 57. lib., 1942, 195-225 or.
209. or. Tannenbaum, A., «Nutrition and Cance»', in Freddy Homburger, ed., *Phytopathology of Cancer*, New York: Harper, 1959, 2. edizioa. A. Paul B. Hoeber Book, 552. or., Londres, Cassell, 1959.
209. or. Symeonidis, A., «Post-starvation Gynecomastia and Its Relationship to Breast Cancer in Man», in *Jour. Nail. Cancer Inst.*, II. lib., 1950, 656. or.
- 208-209 or. Davies, J. N. P., «Sex Hormone Upset in Africans», in *Brit. Med. Jour.*, 2. lib., 1949, 676-679 or.
209. or. Hueper, W. C., «Potential Role of Non-Nutritive Food Additives».
209. or. VanEsch, G. J., *et al.*, «Production of Skin Tumours in Mice by Carbamates».
210. or. Berenblum, I. eta Trainin, N., «Possible Two-Stage Mechanism in Experimental Leukemogenesis», in *Science*, 132. lib., 1960ko uztailaren 1a, 40-41 or.

210. or. Hueper, W. C., «Cancer Hazards from Natural and Artificial Water Pollutants», *Proc. Conf. on Physiol. Aspects of Water Quality*, Washington, D.C, 1960eko irailaren 8-9, 181-193 or. Estatu Batuetako Osasun Zerbitzu Publikoa.
210. or. Hueper, W. C. eta Payne, W. W., «Observations on Occurrence of Hepatomas in Rainbow Trout».
- 211-213 or. Hueper, W. C, egileari.
212. or. Sloan-Kettering Inst. for Cancer Research, *Biennial Report*, 1957-1991.

15. KAPITULUA: NATURA KONTRAERASOAN

214. or. Briejer, C. J., «The Growing Resistance of Insects to Insecticides», in *Atlantic Naturalist*, 13. lib., 1958, 3. zk., 149-155 or.
215. or. Metcalf, Robert L., «The Impact of the Development of Organophosphorus Insecticides upon Basic and Applied Science», in *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 5. lib., 1959ko martxoa, 3-15 or.
- 216. or. Ripper, W. E., «Effect of Pesticides on Balance of Arthropod Populations», in *Annual Rev. Entomol.*, 1. lib., 1956, 403-438 or.
216. or. Allen, Durward L., *Our Wildlife Legacy*, New York, Funk & Wagnalls, 1954, 234-236 or; Londres, Mayflower, 1954.
217. or. Sabrosky, Curtis W., «How Many Insects Arethere?» in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 1-7 or.
217. or. Bishopp, F. C, «Insect Friends of Man», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 79-87 or.
217. or. Klots, Alexander B. eta Klots, Elsie B., «Beneficial Bees, Wasps, and Ants», in *Handbook on Biological Control of Plant Pests*, 44-46 or, Brooklyn Botanic Garden. Reprinted from *Plants and Gardens*, 16. lib., 1960, 3. zk.
218. or. Hagen, Kenneth S., «Biological Control with LadyBeetles», in *Handbook on Biological Control of Plant Pests*, 28-35 or.
218. or. Schlinger, Evert I., «Natural Enemies of Aphids», in *Handbook on Biological Control of Plant Pests*, 36-42 or.
219. or. Bishopp, F. C, «Insect Friends of Man».
220. or. Ripper, W. E., «Effect of Pesticides on Arthropod Populations».
220. or. Davies, D. M., «A Study of the Black-fly Population of a Stream in Algonquin Park, Ontario», in *Transactions*, Royal Canadian Inst., 59. lib., 1950, 121-159 or.
220. or. Ripper, W. E., «Effect of Pesticides on Arthropod Populations».
220. or. Johnson, Philip C, *Spruce Spider Mite Infestationsin Northern Rocky Mountain Douglas-Fir Forests*. Research Paper 55, Inter-mountain Forest and

- Range Exper. Station, Estatu Batuetako Basozaintza Zerbitzua, Ogden, Utah, 1958.
221. or. David, Donald W., «Some Effects on DDT on Spider Mites», in *Jour. Earn. Entomol.*, 45. lib., 1952, 6. zk., 1011-1019. or.
221. or. Gould, E. eta Hamstead, E. O., «Control of the Red-banded Leaf Roller», in *Jour. Econ. Entomol.*, 41. lib., 1948, 887-890 or.
222. or. Pickett, A. D., «A Critique on Insect Chemical Control Methods», in *Canadian Entomologist*, 81. lib., 1949, 3. zk., 1-10 or.
222. or. Joyce, R. J. V., «Large-scale Spraying of Cotton in the Gash Delta in Eastern Sudan», in *Bull. Entomol. Research*, 47. lib., 1956, 390-413 or.
223. or. Long, W. H., *et al.*, «Fire Ant Eradication Program Increases Damage by the Sugarcane Borer», in *Sugar Bull.*, 37. lib., 1958, 5. zk., 62-63 or.
223. or. Luckmann, William H., «Increase of European Corn Borers Following Soil Application of Large Amounts of Dieldrin», in *Jour. Earn. Entomol.*, 53. lib., 1960, 4. zk., 582-584 or.
223. or. Haeussler, G. J., «Losses Caused by Insects», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 141-166 or.
223. or. Clausen, C. P., «Parasites and Predators», in *Yearbook of Agric.*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 1952, 380-388 or.
223. or. Clausen, C. P., *Biological Control of Insect Pests in the Continental United States*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua. Buletin Teknikoa. 1139. zk., 1956ko ekaina, 1-151 or.
224. or. De Bach, Paul, «Application of Ecological Information to Control of Citrus Pests in California», in *Proc.*, Entomologoen 10. Nazioarteko Kongresua, 1956, 3. lib., 1958, 187-94 or.
224. or. Laird, Marshall, «Biological Solutions to Problems Arising from the Use of Modern Insecticides in the Field of Public Health», in *Acta Tropica*, 16. lib., 1959, 4. zk., 331-355 or.
224. or. Harrington, R. W., Jr, and Bidlingmayer, W. L., «Effects of Dieldrin on Fishes and Invertebrates of a Salt Marsh», in *Jour. Wildlife Management*, 22. lib., 1958, 1. zk., 76-82 or.
225. or. *Liver Flukes in Cattle*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, foiletoa, 493. zk., 1961.
225. or. Fisher, Theodore W., «What is Biological Control?», in *Handbook on Biological Control of Plant Pests*, 6-18 or., Brooklyn Botanic Garden. Reprinted from *Plants and Gardens*, 16. lib., 1960, 3. zk.
226. or. Jacob, F. H., «Some Modern Problems in Pest Control», in *Science Progress*, 181. zk., 1958, 30-45 or.

226. or. Pickett, A. D. eta Patterson, N. A., «The Influence of Spray Programs on the Fauna of Apple Orchards in Nova Scotia. IV. A Review», in *Canadian Entomologist*, 85. lib., 1953, 12. zk., 472-478 or.
226. or. Pickett, A. D., «Controlling Orchard Insects», in *Agric. Inst. Rev.*, 1953ko martxo-a-pirila.
226. or. Pickett, A. D., «The Philosophy of Orchard Insect Control», in *79th Annual Report*, Ontarioko Entomol. Elkarte, 1948, 1-5 or.
227. or. Pickett, A. D., «The Control of Apple Insects in Nova Scotia», Mimeo.
228. or. Ulyett, G. C., «Insects Man and the Environment», in *Jour. Earn. Entomol.*, 44. or., 1951, 4 zk., 459-464 or.

16. KAPITULUA: ELUR-JAUZIAREN BURRUNBAK

229. or. Babers, Frank H., *Development of Insect Resistance to Insecticides*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, E 776, 1949ko maiatza.
229. or. Babers, Frank H. eta Pratt, J. J., *Development of Insect Resistance to Insecticides. II. A Critical Review of the Literature up to 1951*. Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, E 818, 1951eko maiatza.
230. or. Brown, A. W. A., «The Challenge of Insecticide Resistance», in *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 7. lib., 1961, 1. zk., 6-19 or.
230. or. Brown, A. W. A., «Development and Mechanism of Insect Resistance to Available Toxicants», in *Soap and Chem. Specialties*, 1960ko urtarrila.
230. or. *Insect Resistance and Vector Control*. Osasunaren Munduko Erakundea, Txosten Teknikoen Zerbitzua, 153. zk., Geneva, 1958, 5. or.
230. or. Elton, Charles S., *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*, Wiley, New York, 1958, 181. or.; Methuen, Londres, 1958.
230. or. Babers, Frank H. eta Pratt, J. J., *Development of Insect Resistance to Insecticides*, II.
- 231-232 or. Brown, A.W.A., *Insecticide Resistance in Arthropods*. Osasunaren Munduko Erakundea. Monografiak Zerbitzua, 38. zk., 1958, 11-13 or.
232. or. Quarterman, K. D. eta Schoof, H. F., «The Status of Insecticide Resistance in Arthropods of Public Health Importance in 1956», in *Am. Jour. Trop. Med. and Hygiene*, 7. lib., 1958, 1. zk., 74-83 or.
232. or. Brown, A.W.A., *Insecticide Resistance in Arthropods*.
232. or. Hess, Archie D., «The Significance of Insecticide Resistance in Vector Control Programs», in *Am. Jour. Trop. Med. and Hygiene*, 1. lib., 1952, 3. zk., 371-388 or.
233. or. Lindsay, Dale R. eta Scudder, H. I., «Nonbiting Flies and Disease», in *Annual Rev. Entomol.*, 1. lib., 1956, 323-346 or.

233. or. Schoof, H. F. eta Kilpatrick, J. W., «House Fly Resistance to Organophosphorus Compounds in Arizona and Georgia», in *Jour. Econ. Entomol.*, 51. lib., 1958, 4. zk., 546. or.
- 233 or Brown, A. W. A., «Development and Mechanism of Insect Resistance».
233. or. Brown, A.W.A., *Insecticide Resistance in Arthropods*.
234. or. Brown, A.W.A., «Insecticide Resistance in Arthropods».
234. or. Brown, A.W.A., *Insecticide Resistance in Arthropods*.
235. or. Brown, A. W. A., «Development and Mechanism of Insect Resistance».
235. or. Brown, A.W.A., *Insecticide Resistance in Arthropods*.
235. or. Brown, A.W.A., «Insecticide Resistance in Arthropods».
235. or. *New York Herald Tribune*, 1959ko ekainaren 22a; also Pallister, J. C, egileari, 1959ko azaroaren 6a.
- 235-236 or. Anon., «Brown Dog Tick Develops Resistance to Chlordane», in *New Jersey Agric.*, 37. lib., 1955, 6. zk., 15-16 or.
236. or. Brown, A.W.A., «Insecticide Resistance in Arthropods».
236. or. Hoffmann, C. H., «Insect Resistance», in *Soap*, 32. lib., 1956, 8. zk., 129-132 or.
237. or. Brown, A. W. A., *Insect Control by Chemicals*, NewYork, Wiley, 1951; Londres, Chapman & Hall, 1951.
237. or. Briejer, C. J., «The Growing Resistance of Insects to Insecticides», in *Atlantic Naturalist*, 13. lib., 1958, 3. zk., 149-155 or.
237. or. Laird, Marshall, «Biological Solutions to Problems Arising from the Use of Modern Insecticides in the Field of Public Health», in *Acta Tropica*, 16. lib., 1959, 4. zk., 331-355 or.
237. or. Brown, A.W.A., *Insecticide Resistance in Arthropods*.
- 238 or Brown, A.W.A., «Development and Mechanism of Insect Resistance».
239. or. Briejer, C. J., «Growing Resistance of Insects to Insecticides».
239. or. «Pesticides – 1959», in *Jour. Agric. and Food Chem.*, 7. zk., 1959, 10. zk., 680. or.
239. or. Briejer, C. J., «Growing Resistance of Insects to Insecticides».

17. KAPITULUA: BESTE BIDEA

240. or. Swanson, Carl, *Cytology and Cytogenetics*, Engle-wood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1957.
241. or. Knipling, E. F., «Control of Screw-Worm Fly by Atomic Radiation», in *Set. Monthly*, 85. lib., 1956, 4. zk., 195-202 or.

- 241 or. Knippling, E. F., *Screwworm Eradication: Concepts and Research Leading to the Sterile-Male Method*. Smithsonian Inst. Urteko Txostena, 4365. zk., 1959.
241. or. Bushland, R. C., *et al* «Eradication of the Screw-Worm Fly by Releasing Gamma-Ray-Sterilized Males among the Natural Population», in *Proc. Internatl Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy*, Geneva, 1955eko abuztua, 12. lib., 216-220 or.
242. or. Lindquist, Arthur W., «The Use of Gamma Radiation for Control or Eradication of the Screwworm», in *Jour. Econ. Entomol.*, 48. lib., 1955, 4. zk., 467-469 or.
242. or. Lindquist, Arthur W., «Research on the Use of Sexually Sterile Males for Eradication of Screw-Worms», in *Proc.*, Inter-Am. Symposium on Peaceful Applications of Nuclear Energy, Buenos Aires, 1959ko ekaina, 229-239 or.
243. or. «Screwworm vs. Screwworm», in *Agric. Research*, 1958ko uztaila, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, 8. or.
243. or. «Traps Indicate Screwworm May Still Exist in South-east», Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Oharra 1502-59. zk., 1959ko ekainaren 3a, Mimeo.
244. or. Potts, W. H., «Irradiation and the Control of Insect Pests», in *Times*, Londres, Sci. Rev., 1958ko uda, 13-14 or.
244. or. Knippling, E. F., *Screwworm Eradication: Sterile-Male Method*.
244. or. Lindquist, Arthur W., «Entomological Uses of Radioisotopes», in *Radiation Biology and Medicine*. Estatu Batuetako Energia Atomikoaren Batzordea, 1958, Ch. 27, Pt 8, 688-710 or.
244. or. Lindquist, Arthur W., «Research on the Use of Sexually Sterile Males».
244. or. «USDA May Have New Way to Control Insect Pests with Chemical Sterilants», Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua. Oharra 3587-61. zk., 1961eko azaroaren 1a, Mimeo.
245. or. Lindquist, Arthur W., «Chemicals to Sterilize Insects, in *Jour. Washington Acad. Sci.*, 1961eko azaroa, 109-114 or.
245. or. Lindquist, Arthur W., «New Ways to Control Insects», in *Pest Control Mag.*, 1961eko ekaina.
245. or. La Brecque, G. C., «Studies with Three Alkylating Agents As House Fly Sterilants», in *Jour. Econ. Entomol.*, 54. lib., 1961, 4. zk., 684-689 or.
245. or. Knippling, E. F., «Potentialities and Progress in the Development of Chemosterilants for Insect Control», Entomologoen Elkarteko Urteko Bilkuran aurkeztutako agiria, Miami, 1961.
- 245 or «Use of Insects for Their Own Destruction», in *Jour. Econ. Entomol.*, 53. lib., 1960, 3. zk., 415-420 or.

246. or. Mitlin, Norman, «Chemical Sterility and the Nucleic Acids», 1961eko azaroaren 27an aurkeztutako agiria, Sinposioa Antzutasun Kimikoaz, Entomologoen Elkartea, Miami.
246. or. Alexander, Peter, egileari, 1962ko otsailaren 19a.
246. or. Eisner, T., «The Effectiveness of Arthropod Defensive Secretions», in 4. Sinposioa «Defentsa Mekanismo Kimikoak», Entomologoen Nazioarteko 11. Kongresua, Vienna, 1960, 264-267. Offprint.
246. or. Eisner, T., «The Protective Role of the Spray Mechanisms of the Bombardier Beetle, *Brachymx ballistarius* Lee», in *Jour. Insect Physiol.*, 2. lib., 1958, 3. zk., 215-220 or.
246. or. Eisner, T., «Spray Mechanism of the Cockroach *Diploptera punctata*», in *Science*, 128. lib., 3316. zk., 1958ko uztailaren 18a, 148-149 or.
- 246-247 or. Williams, Carroll M., «The Juvenile Hormone», in *Sci. American*, 198. lib., 2 zk, 1958ko otsaila, 67. or.
- 247 or. «1957 Gypsy-Moth Eradication Program», Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua, Oharra 858-57-3. zk., Mimeo.
- 247-248 or. Jacobson, Martin, *et al.*, «Isolation, Identification, and Synthesis of the Sex Attractant of Gypsy Moth», in *Science*, 132. lib., 3433. zk., 1960ko urriaren 14a, 1011. or.
248. or. Brown, William L., Jr, «Mass Insect Control Programs: Four Case Histories», in *Psyche*, 68. lib., 1961, 2-3. zk., 75-111 or.
248. or. Christenson, L. D., «Recent Progress in the Development of Procedures for Eradicating or controlling Tropical Fruit Flies», in *Proc.* Entomologoen Nazioarteko 10. Kongresua, 1956, 3. lib., 1958, 11-16 or.
248. or. Hoffmann, C. H., «New Concepts in Controlling Farm Insects», address to Internatl Assn Ice Cream Manuf. Conv., 1961eko urriaren 27a, Mimeo.
249. or. Frings, Hubert eta Frings, Mabel, «Uses of Sounds by Insects», in *Annual Rev. Entomol.*, 3. lib., 1958, 87-106 or.
249. or. *Research Report*, 1956-1959. Entomol. Research Inst. for Biol. Control, Belleville, Ontario, 9-45 or.
249. or. Kahn, M. C. eta Offenhauser, W., Jr, «The First Field Tests of Recorded Mosquito Sounds Used for Mosquito Destruction», in *Am. Jour. Trap. Med.*, 29. lib., 1949, 800-827 or.
249. or. Wishart, George, egileari, 1961eko abuztuaren 10a.
249. or. Beirne, Bryan, egileari, 1962ko otsailaren 7a.
249. or. Frings, Hubert, egileari, 1962ko otsailaren 12a.
249. or. Wishart, George, egileari, 1961eko abuztuaren 10a.
249. or. Frings, Hubert, *et al.* «The Physical Effects of High Intensity Air-Borne Ultrasonic Waves on Animals», in *Jour. Cellular and Compar. Physiol.*, 31. lib., 1948, 3. zk., 339-358 or.

249. or. Steinhaus, Edward A., «Microbial Control - The Emergence of an Idea», in *Hilgardia*, 26. lib., 2. zk., 1956ko urria, 107-160 or.
250. or. Steinhaus, Edward A., «Concerning the Harmless-ness of Insect Pathogens and the Standardization of Microbial Control Products», in *Jour. Earn. Entomol.*, 50. lib., 6. zk., 1957ko abendua, 715-720 or.
250. or. Steinhaus, Edward A., «Living Insecticides», in *Set. American*, 195. lib., 2. zk., 1956ko abuztua, 96-104 or.
250. or. Angus, T. A. eta Heimpel, A. E., «Microbial Insecticides», in *Research for Farmers*, Kanadako Nekazaritza Departamentua, 1959ko udaberria, 12-13 or.
250. or. Heimpel, A. M. eta Angus, T. A., «Bacterial Insecticides», in *Bacteriol. Rev.*, 24. lib., 1960, 3. zk., 266-268. or.
251. or. Briggs, John D., «Pathogens for the Control of Pests», in *Biol. and Chem. Control of Plant and Animal Pests*, Washington, D.C., Am. Assn Advancement Sci., 1960, 137-148. or. 251. or. «Tests of a Microbial Insecticide against Forest Defoliators», in *Bi-Monthly Progress Report*, Kanadako Basozaintza Departamentua, 17. lib., 3. zk., 1961eko maiatza-ekaina). 251. or. Steinhaus, Edward A., «Living Insecticides». 251. or. Tanada, Y., «Microbial Control of Insect Pests», in *Annual Rev. Entomol.*, 4. lib. 1959, 277-302. or. 251-252 or Steinhaus, Edward A., «Concerning the Harmless-ness of Insect Pathogens». 252. or. Clausen, C. P., *Biological Control of Insect Pests in the Continental United States*, Estatu Batuetako Nekazaritza Departamentua. Buletin Teknikoa. 1139. zk., 1956ko ekaina, 1-151. or. 252. or. Hoffmann, C. H., «Biological Control of Noxious Insects, Weeds», in *Agric. Chemicals*, 1959ko martxo-a-apirila. 252. or. De Bach, Paul, «Biological Control of Insect Pests and Weeds», in *Jour. Applied Nutrition*, 12. lib., 1959, 3. zk., 120-134. or. 253. or. Ruppertshofen, Heinz, «Forest-Hygiene», address to 5th World Forestry Congress, Seattle, Wash., 1960ko abuztuaren 29a-irailaren 10a. 254. or. Ruppertshofen, Heinz, egileari, 1962ko otsailaren 25a.
254. or. Gosswald, Karl, *Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene*, Liineburg, Metta Kinau Verlag, n.d.
254. or. Alexander, Peter, egileari, 1962ko otsailaren 27a.
255. or. Balch, R. E., «Control of Forest Insects», in *Annual Rev. Entomol.*, 3. lib., 1958, 449-468. or.
255. or. Buckner, C. H., «Mammalian Predators of the Larch Sawfly in Eastern Manitoba», in *Proc. Entomologoen Nazioarteko 10. Kongresua*, 1956, 4. lib., 1958, 353-361. or.
255. or. Morris, R. F., «Differentiation by Small Mammal Predators between Sound and Empty Cocoons of the European Spruce Sawfly», in *Canadian Entomologist*, 81. lib., 1949, 5. zk.

256. or. MacLeod, C. F., «The Introduction of the Masked Shrew into Newfoundland», in *Bi-Monthly Progress Report*, Kanadako Nekazaritza Departamentua, 16. lib., 2. zk., 1960ko martxo-a-apirila.
256. or. MacLeod, C. F., egileari, 1962ko otsailaren 12a.
256. or. Carroll, W. J., egileari, 1960ko martxoaren 8a.

AURKIBIDEA

| | |
|--|-----|
| HITZAURREA | 7 |
| AITZINSOLASA | 9 |
| ESKER ONA | 17 |
| EGILEAREN OHARRA | 19 |
| 1. KAPITULUA. ELEZAHAR BAT ETORKIZUNERAKO | 21 |
| 2. KAPITULUA. IRAUTEKO BETEBEHARRA | 23 |
| 3. KAPITULUA. HERIOTZA-ELIXIRRAK | 31 |
| 4. KAPITULUA. AZALEKO URAK ETA LURPEKO ITSASOAK | 51 |
| 5. KAPITULUA. LURZORUAREN ERRESUMAK | 63 |
| 6. KAPITULUA. LURRAREN ESTALKI BERDEA | 71 |
| 7. KAPITULUA. BEHARREZKOA EZ DEN HONDAMENDIA | 91 |
| 8. KAPITULUA. ETA TXORI-KANTURIK EZ | 105 |
| 9. KAPITULUA. HERIOTZA-IBAIK | 129 |
| 10. KAPITULUA. ZERUTIK, BEREIZI GABE | 151 |
| 11. KAPITULUA. BORGIARREN AMETSEN BESTALDEAN | 167 |
| 12. KAPITULUA. GIZAKIAREN ORDAINA | 177 |
| 13. KAPITULUA. LEIHO ESTU BATEAN ZEHAR | 187 |
| 14. KAPITULUA. LAUTIK BAT | 203 |
| 15. KAPITULUA. NATURA KONTRAERASOAN | 225 |
| 16. KAPITULUA. ELUR-JAUZIAREN BURRUNBAK | 241 |
| 17. KAPITULUA. BESTE BIDEA | 253 |
| EPILOGOA | 271 |
| EGILEARI BURUZ | 279 |
| ITURRI NAGUSIEN ZERRENDA | 281 |

