



# Mundua emetzen

**Nagore Rementeria Argote**

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Gizonak emakumetzen, eta emakumeak are eta emakumeago bihurtzen. Ez da aldarrikapen feminista bat, ingurumenean dauden konposatu batzuen eragin larria da. Konposatu horiek hormona gisa jokatzen dute gorputzean barneratzen direnean, eta, besteak beste, ugalketa-aparatuan eragiten dute. Zenbait animalia-espezie urtarretan ondorio hori frogatuta dago; gizakiari ere eragiten dioten ezin da ziur esan oraindik.**

AZKENEKO HAMARKADEGAN GIZONEK SORTZEN DUTEN esperma-kantitatea eta kalitatea jaisten ari da, eta zalantza dago eragilea poluzioa ez ote den; zehatzago esateko, hormonon gisara jokatzen duten konposatuen ondorio dela susmatzen da. Konposatu horiei disruptore endokrino ere deitzen zaie, edo xenohormona —gorputzak berak ekoizten dituen hormonetatik bereizteko—, eta gai dira sistema endokrinoa hankaz gora jartzeko.



ARTXIBOKO

Duela 30 urte, 1975ean, istripuz, kepone izeneko konposatu bat isuri zen Estatu Batuetako Virginia estatuko ibai batera. Substantzia hura pestizida bat egiteko osagai gisa erabiltzen zuten. Eta isuriaren ondorioz keponearekin kontaktua izan zuten gizonezkoei azterketak eginda, esperma urriagoa zutela ikusi zen. Konposatu hark estrogenoaren antzera jokatzen zuen.

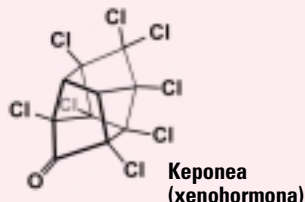
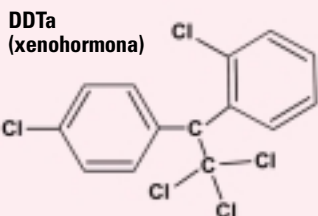
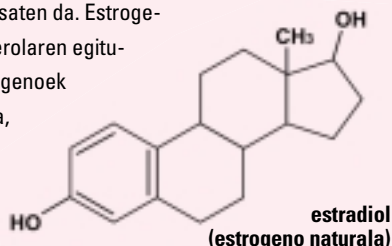
## Ondorio harrigarriak

Ordurako animalietan ere behatu izan ziren antzerako gertaerak. 1970eko hamarkadaren hasieran, poluitutako ibai batzuetan arrain ar baino eme gehiago zegoela konturatu ziren. Gutxik espero zuten 'emetze' haren eragileak hondakin-uretara isurtzen ziren konposatu batzuk izango zirenik. Izan ere, substantzia haiek beste helburu

## Estrogeno naturalak, sintetikoak eta beste

Estrogenoak emeek zein arrek ekoizten dituzten arren, bereziki garrantzizkoak dira emearen ugalketa-organoak garatzeko eta obarioen jardun ziklikorako. Horregatik, emeen ezaugarriak eragiten dituztela esaten da. Estrogenoak hormona esteroideak dira: kolesterolaren egitura dute oinarri —progestinek eta androgenoek bezala—, ziklopentanofenantrenoarena, alegia.

Estrogeno sintetikoek (estrogenoen jarduera erregulatzeko sintetizatutako botikak) ez dute egitura hori, ezta antzekorik ere, baina harrigarriena da xenoestrogeno batzuek, pestizidak eta herbizidak, zeinen egitura desberdina duten; begiratu kepone izeneko konposatuari, bestela. Gezurra dirudi zeluletan estrogenoaren eragin bera izatea.



batzuekin ekoizten ziren—pestizidak eta herbizidak ziren gehienak—, eta egiturari dagokionez ez zuten estrogenoaren antzik. Hamar urteko lana behar izan zen substantzia haiek hormonon gisara jokatzeko, xenoestrogenoak zirela konturatzeko.

Oso kasu deigarriak izan dira: arrautzak jartzen dituzten perka arrak, normala baino oskol bigunagoko dortoka- eta hegazti-arrautzak... Eta ez pentsa munduaren beste aldean gertatzen diren bitxikeria horiek: Ebro ibaiaren behealdeko perkak aztertuta konturatu dira arrek ohi baino testosterona gutxiago dutela eta espermatogenesisa asaldaturik dutela, eta emeak ohi baino beranduago heltzen direla, besteak beste.

Perka emetuen arazoa Europako ibai askotan ikusi da, eta, horregatik, kontinente osoko ibaiak ari dira ikertzen; poluzioak ingurune urtarreko espezieen sistema endokrinoan nola eragin duen ikusi nahi da. Eta ez European bakarrik, noski, mundu osoan baino; eta batez ere Estatu Batuetan. Izan ere, hormona disruptoreen lehenengo zantzuak han aurkitu zituzten.

*“Europa osoko ibaiak ari dira ikertzen. Espezieei poluzioak nola eragin dien ikusi nahi dute”*

Hedabideetan oihartzun gehien izan duen gertakarietako bat ere Estatu Batuetan gertatu da, eta kaimanekin du zerikusia. Orlandoko Apopka ain-

tzirako kaiman arren penisa ohikoa baino % 25 txikiagoa da; eta, ez hori bakarrik, odoleko testosterona-maila ere oso baxua omen da, emeenaren parekoa, hain zuzen ere. Ondorio horretara iritsi zen Floridako Unibertsitateko zoologo bat 1994-95 bitartean jaso zituen datuak aztertuta. Apopkan jasotako datuak 50 kilometro eskasera dagoen beste aintzira batekoekin alderatu zituen. Bi aintziren artean alde handirik ez dago klimari edo janari-baliabideei dagokienez; desberdintasun handiena poluzioa da.

Apopka aintziran isuri larri bat gertatu zen 1980an: industria kimiko batean hondakin-putzu batek gainezka egin zuen eta pestizidak isuri ziren aintzirara, DDTa besteak beste. Hamar kaimanetik batek bakarrik lortu zuen aurrera egitea, eta, hala eta guztiz ere, uraren kalitatea bere onera etorri ahal izan zen. Baina isuritako konposatuak elikatze-katean sartuak ziren ordurako, eta urte batzuen buruan nabarmendu egin zen haien eragina.

DDTaren eta kaiman arren testosterona-maila baxuaren arteko lotura zuzena zela frogatzeko, laborategian egin zuten lan kaiman-arrautzak erabiliz. Eta emaitzek ez zuten kontrarik esan; alderantziz, erabat ziur esan zuten DDTak hormona disruptore gisa jokatzeko, eta kaimanen ugaltze-fisiologian eragiten zuela.



Laborategian ikusi dute DDTaren eragina belaunaldiz belaunaldi gordetzen dela.

CORTLAND



Uretara isuritako konposatuak erraz zabaltzen dira, eta ekosistema horretako bizidunek barneratu egiten dituzte.

Dirudenez, neurri batean edo bestean, gai dira sistema endokrinoari erantzun ezegokiak edo neurritz kanpokoak eragiteko; ondorioz, uste da kalteak eragiten dituztela fetuaren garapenean, ugaltzeko ahalmenean eta jokoeran, eta zelulen gehiegizko hazkuntza ere eragin dezaketela (kartzinogenesisia, alegia).

### Mekanismo konplexua

Kontua da xenohormonen egitura kimikoez estrogenoaren antzik ere ez dutela, eta, hala ere, zelulako estrogeno-erzeptoreari lotu eta sistema endokrinoaren erantzuna bultzatzen dutela —berez estrogenoarekin baino gehiago estradiolarekin alderatzen da, hori baita estrogenoaren egitura funtzionala—.

Dena dela, konposatu guztiek ez dute eragin bera: gehienek estrogenoak baino erantzun ahulagoa eragiten dute, baina konposatu bat baino gehiago daudenean (ibai batean beneratzen den bezala), erantzuna konposatu horiek banaka eragingo luketenaren batura baino askoz ere handiagoa da, biderkatu egiten da.

Estrogenoaren eta errezeptorearen arteko lotura sarrailaren eta giltzaren arteko erlazioaren analogia gisa azaldu izan da. Estrogenoaren gune bat errezeptorearen beste gune batekin egokitzen da, giltza sarrailan bezala. Baina, ageri denez, egitura aldetik 'giltza'

*“xenohormonek hormona endogenoak imitatzen dituzte, eta sistema endokrinoa aztoratzen dute”*

tza' horren antzik ez duten konposatuak ere egokitzen dira errezeptore-sarrailan. Batzuetan estrogenoaren eragin bera lortzen da —xenoestrogeno deitzen zaie konposatu horiei—, eta beste zenbaitetan aurkakoa, hau da, errezeptorea blokeatu egiten da —antiestrogenoak dira horiek—. ➔

### Eta landareetako estrogenoak zer?

Animalien estrogenoaren gisara jokatzen duten konposatuak ez dira konposatu sintetikoak bakarrik, edo industriako hondakinak, naturalak ere izan badira, landareetan. Fitoestrogeno izenez ezagutzen dira, eta, besteak beste, sojan, arrosean, patatan, sagarrean eta baratxurian daude, eguneroko jakietan, alegia.

Gehien ikertzen direnak, seguruenera, sojaren isoflaponak dira. Izan ere, jakina da Asiako herrialde batzuetan hormonekin lotutako minbizi-kasu gutxiago izaten direla eta emakumeek arazo gutxiago izaten dituztela menopausian. Bada herri horietan soja asko jaten da, eta, dirudenez, sojaren isoflaponak ekartzen dituzte onura horiek.



Batzuetan fitoestrogenoak onargarriak dira, baina kaltegarri ere gerta daitezke neurritz gain hartuz gero: animaliekin egindako ikerketen arabera, ugalketan eragin dezakete —esate baterako, mandaperrexilak (*Daucus carota*) haurdunaldiak saihesten zituela idatzi zuen Hipokratesek k. a. IV. mendean; geroago jakin da progesterona blokeatzen duen konposatu bat duela—. Dena dela, zaila da gizon edo emakume batek dietan fitoestrogeno gehiegi hartzea, horretarako, fitoestrogenodun elikagaiak bakarrik hartu beharko bailituzke dietan; begetarianoek ere nekez.



Eraginaren neurriaren gakoa konposatuaren eta errezeptorearen arteko loturan dagoela uste da. Izan ere, estrogenoa errezeptore espezifiko batekin lotzen da, eta elkarrekin bigarren errezeptore bat erakartzen dute. Zitoplasmako estrogeno-molekula askeek errezeptore huts horrekin lotzera jotzen dute. Horrela, estrogeno-errezeptore dimeroa osatzen da; hau da, bi estrogeno-errezeptore bikote. Eta dimero hori DNA-kateari lotzen zaio eta gene bat esnatzen edo isilarazten da.

Xenoestrogenoek berdin jokatzten dute. Antza denez, xenoestrogeno-errezeptore loturaren arabera da lotzen zaien bigarren errezeptoreak beste estrogeno edo xenoestrogeno bat erakartzeko duen ahalmena. Zenbat eta erakargarriagoa izan bigarren errezeptorea, orduan eta azkarragoa eta ugariagoa da eragiten duen erantzuna.

### Froga bila

Konposatu bat disruptorea dela susmatzen denean, hainbat proba egiten dira laborategian. Besteak beste jakin nahi izaten da substantzia horrek disruptore gisa jokatzten duen ala ez, eta, hala bada, zer neurritan eragiten duen.

Entsegu batzuk animaliekin egiten dira, baina beste asko zelulekin. Azken horietako bat Litmus testa da. Legami-zelulak erabiltzen dira: zelula horiei errezeptoreak eta estrogenoarekiko sentikorra den giza genea txertatzen zaizkie, eta estrogenoaren gisako erantzuna salatzen duen beste gene



Xenohormonak bizidun batetik bestera pasatzen dira kate trofikoan zehar.

ARTIBOKOA

bat ere bai; probatutako konposatuak estrogenoaren genea aktibatzen badu, zelula urdinu egiten da.


*“gizakiak naturan berez ez dauden ehun mila konposatu inguru ekoizten ditu eta ingurumenera heltzen dira”*

Bioentsegu horren bitartez, konposatu askoren ‘estrogenotasuna’ neurtu da; baina, banaka ez ezik, multzoan ere probatu dituzte, eta zenbait kasutan ikusi da konposatu batek bakarka duen baino mila aldiz erantzun handiagoa izan dezakeela taldeka –zelulak hartzen duen urdin-kolorearen intentsitatearen arabera egiten da

neurketa—. Hori azaltzeko hipotesi bat da errezeptoreek gune bat baino gehiago dutela xenoestrogenoak lotzeko, eta errezeptore bati bi xenoestrogeno lotzen zaizkionean askoz erantzun ugariagoa eragiten dela bakarkakoa baino.

Ikusten denez, asko dago ikertzeko oraindik. Gizakiak naturan berez ez dauden 100.000 konposatu inguru ekoizten ditu, eta, era batera edo bestera, ingurumenera heltzen dira, eta batez ere uretara.

Hau guztia hain kontu berria denez, ikertzaileen esku dago gai horri oinarri zientifiko sendoa ezartzea. Erantzun beharreko galdera asko daude: zer poluitzailek joka dezaketen hormona gisara, bizitza luzea duten ala, alderantziz, erraz degradatzen diren, elikatze-katean metatzen diren, zergatik batzuek estrogenoaren eragina duten eta beste batzuek aurkakoa, sistema endokrinoko zer beste funtzio kalte ditzaketen, zer kantitatetan diren arriskutsuak, gizakiari eragiten dioten...

Gainera, hormona sintetikoak ere hori dira; ibaietara iristen dira horiek ere, eta faunaren sistema endokrinoan eragiten dutela susmatzen da. Bada, susmo horiei era koherentean erantzutea berebizikoa izango da arazoari aurre hartzeko. Garaiz ote gabiltzan... hori beste kontu bat da. 

Aspaldidanik ikertzen dira anfibioak poluzioak nola eragiten dien jakiteko.

OZARKETAKO UNIBER.

