

NO A L'ALLIBERAMENT D'ORGANISMES EXTERMINADORS

La necessitat d'una moratòria als impulsors genètics

Els impulsors genètics estan dissenyats per propagar a la natura modificacions genètiques creades al laboratori. L'objectiu de la seva utilització seria substituir poblacions d'espècies silvestres per organismes modificats genèticament, o fins i tot exterminar-les. Fins ara, els experiments realitzats amb impulsors genètics s'han dut a terme en condicions de confinament (al laboratori o en contenidors tancats), però **està previst alliberar aquest tipus d'organismes exterminadors a la natura** en un futur proper. Es tractaria d'un experiment amb enormes riscos i sense cap garantia, ja que no disposem de coneixements suficients per preveure'n els possibles impactes, ni de mecanismes capaços de controlar eficaçment la seva propagació un cop alliberats.

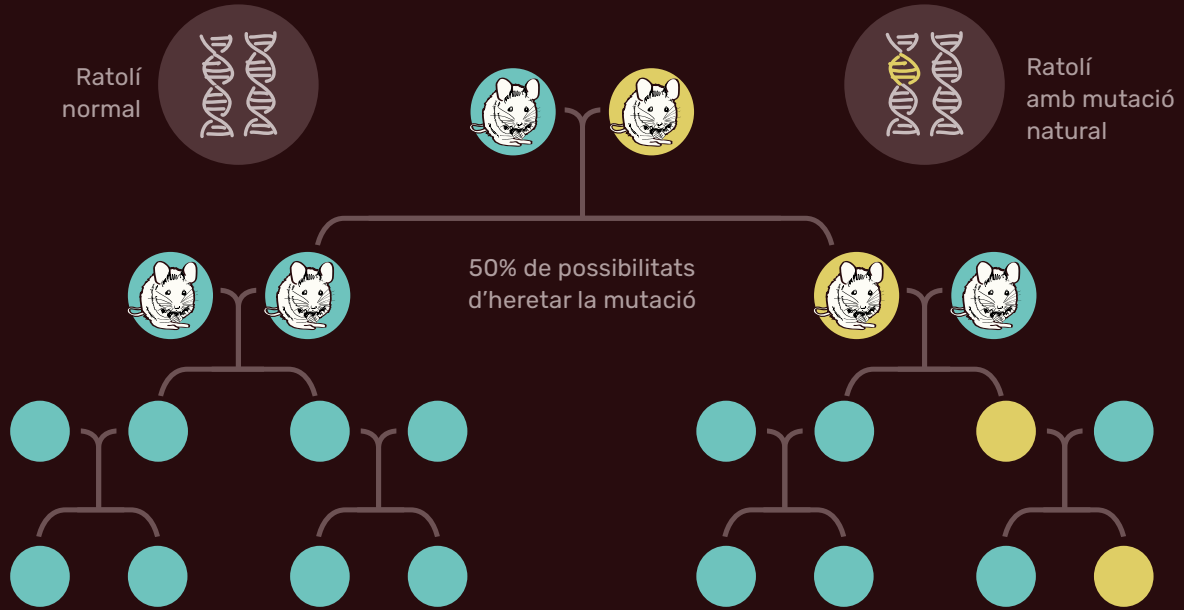
A la natura, el procés d'evolució és gradual: el material genètic es recombina de generació en generació, i cal que transcorri molt de temps perquè els canvis heretats s'afermin. Segons les lleis de l'herència biològica, la probabilitat que un nou tret es transmeti a la descendència és del 50%.

Però no tots els trets genètics naturals segueixen les regles de l'herència. Hi ha elements genètics que es copien a si mateixos en altres llocs del genoma amb l'ajuda d'enzims, i aconsegueixen, així, incrementar-ne la freqüència hereditària. **La tecnologia d'impulsors**

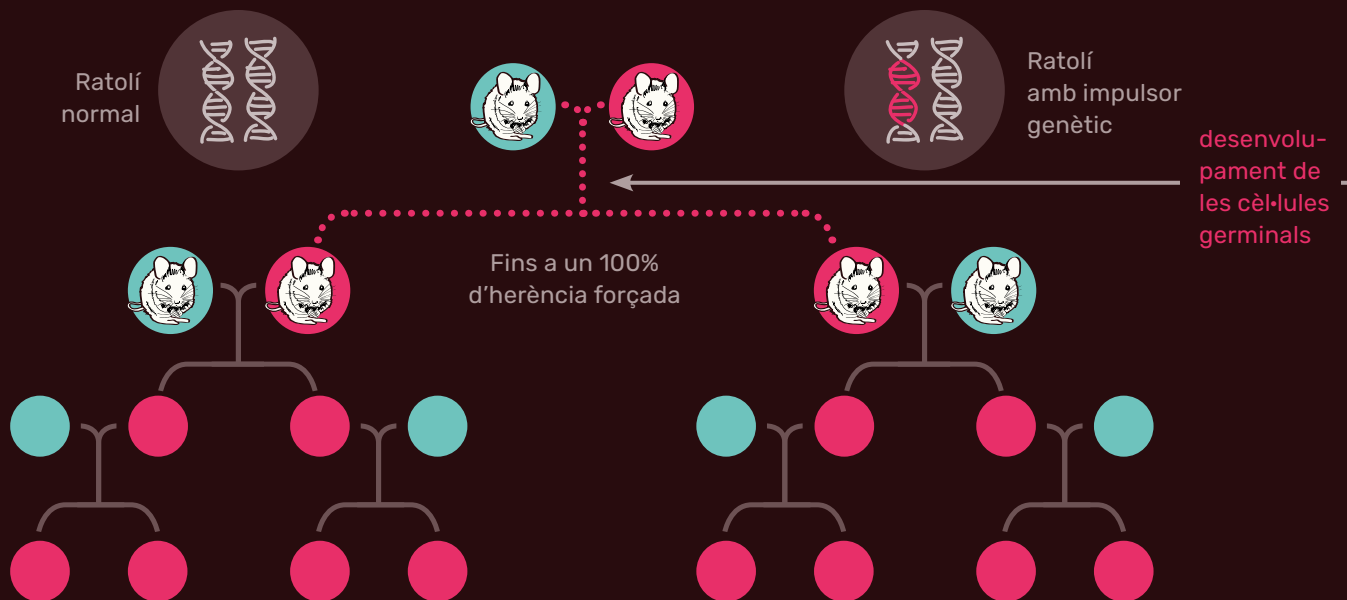
genètics es val de les eines biològiques utilitzades per aquests gens díscols per modificar el genoma d'organismes silvestres i propagar a la natura nous trets dissenyats exclusivament per satisfer fins humans. Per regla general, els impulsors genètics creats al laboratori escapen als mecanismes reguladors evolutius, i desencadenen una imparabile "reacció mutagènica en cadena", amb conseqüències imprevisibles i incontrolables segons els coneixements actuals.

Funcionament d'un impulsor genètic que fa servir CRISPR /Cas9

Herència biològica



Herència amb impulsor genètic



Herència forçada amb impulsor genètic

ratolí amb impulsor genètic ratolí normal



1. CRISPR identifica la seqüència objectiu.

Impulsor genètic { CRISPR Cas9
Possiblement introdueixi un nou gen adicional



2. Cas9 crea un trencament de doble cadena a la seqüència objectiu.



3. En general, el mecanisme de reparació propi de la cèl·lula copia l'impulsor genètic en el lloc del trencament al cromosoma oposat.



4. Gairebé totes les cèl·lules germinals són portadores de l'impulsor genètic (aquí, per exemple, els espermatozous).



Com funciona un impulsor genètic homing basat en CRISPR/Cas9?

Els anomenats impulsors genètics homing basats en CRISPR/Cas9 són la variant més comuna dels impulsors genètics sintètics. Aquests impulsors genètics consten d'almenys dos components: les "tisores" genètiques Cas9 i una molècula missatgera. Addicionalment, es pot introduir un gen nou o modificat. L'impulsor genètic s'incorpora primer al genoma de l'organisme objectiu, per exemple un ratolí al laboratori. Aquest impulsor genètic s'activa després de la fecundació de l'òvul i identifica una seqüència objectiu al cromosoma no manipulat amb l'ajuda de la molècula missatgera. Cas9 indueix un trencament de doble cadena en aquesta seqüència objectiu. Els mecanismes naturals de reparació de la cèl·lula danyada intenten llavors reparar el trencament tot utilitzant una plantilla.

L'impulsor genètic present al cromosoma modificat genèticament serveix de plantilla: és molt probable que es copii completament i s'incorpori a la seqüència objectiu en el cromosoma no manipulat prèviament. Aquest procés autodirigit s'anomena homing. A més de la integració de les tisores genètiques a la ubicació objectiu, es poden desactivar seqüències genètiques existents i/o inserir-ne de noves. El resultat final d'aquest procés és que tota la descendència hereta una còpia de l'impulsor genètic. El mecanisme impulsor genètic es reactiva cada cop que l'organisme es reproduïx - i en totes les generacions següents - i, en teoria, només s'atura quan la seqüència objectiu ha desaparegut de tota la població.

APLICACIONS DELS IMPULSORS GENÈTICS

La tecnologia d'impulsors genètics podria aplicar-se a nombrosos camps, però actualment la investigació se centra en tres àmbits: control de vectors de malalties (com la malària, mitjançant l'erradicació del mosquit *anopheles*), eliminació d'espècies invasores (rates, ratolins...) en ecosistemes sensibles, i control de plagues de l'agricultura.

L'agricultura podria esdevenir a llarg termini el camp d'aplicació més important dels impulsors genètics. Les patents d'impulsors genètics enumeren centenars d'animals i plantes la contenció o eliminació dels quals podria augmentar temporalment el rendiment dels monocultius agrícoles. L'objectiu seria eradicar les anomenades plagues i males herbes, i revertir la resistència als herbicides adquirida per les plantes a causa d'una utilització abusiva dels agroquímics.

Els organismes amb impulsors genètics podrien utilitzar-se també amb fins hostils, encara que això sembla improbable mentre la propagació resulti incontrolable. Resulta significatiu, però, que el DARPA, una agència de l'exèrcit nord-americà, sigui un dels finançadors més grans de la recerca i el desenvolupament actual d'aquesta tecnologia.

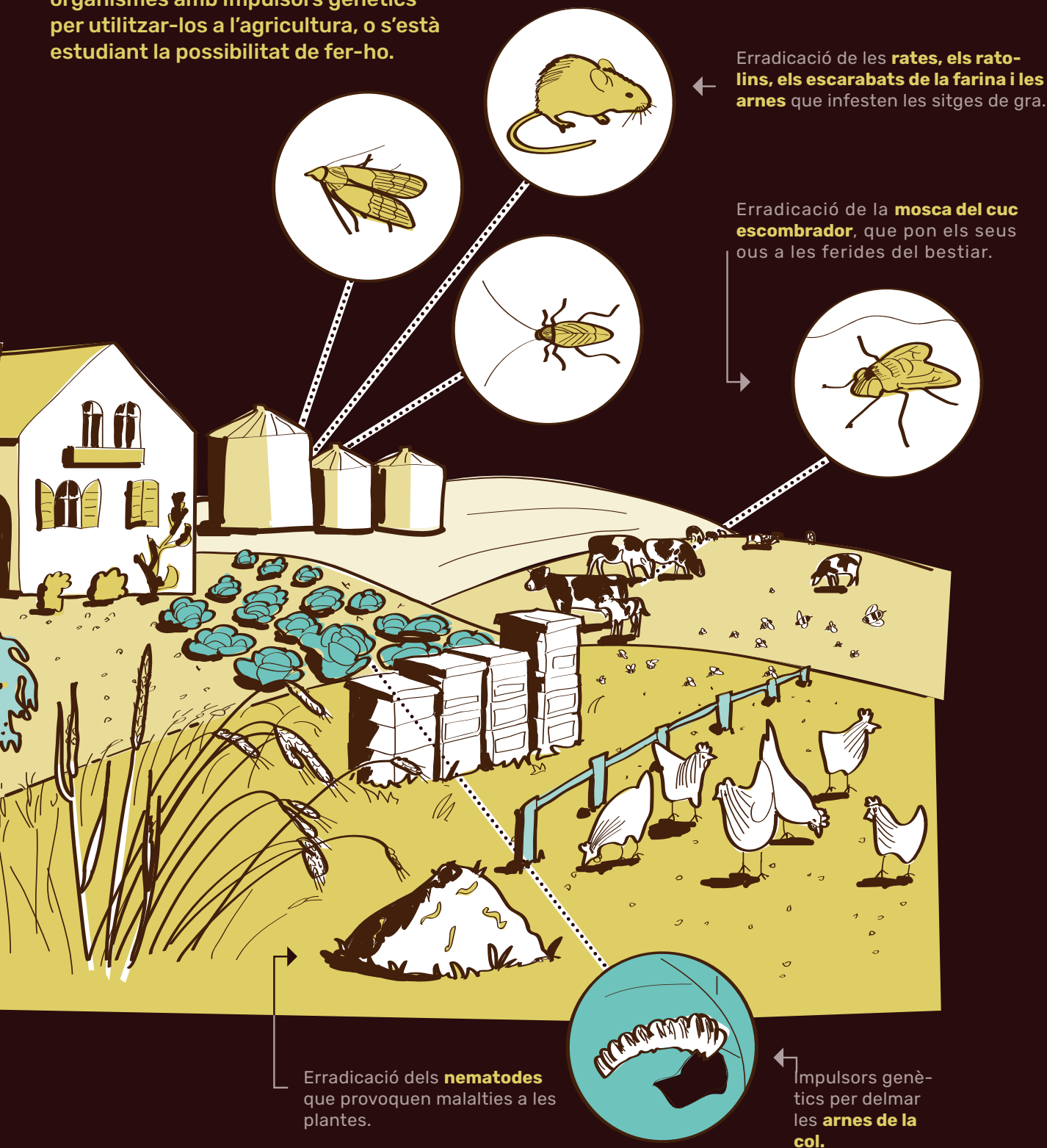


Erradicació dels **psílids** que propaguen el reverdiment (o malaltia de Huanglongbing) als cítrics,

Erradicació de la **drosòfila d'ales tacades**, una mosca de la fruita que posa els seus ous a la fruita madura, com les cireres.

Maneig agrícola amb impulsors genètics

Aquesta imatge il·lustra alguns àmbits en què s'estan desenvolupant organismes amb impulsors genètics per utilitzar-los a l'agricultura, o s'està estudiant la possibilitat de fer-ho.



RISCOS ECOLÒGICS DELS ORGANISMES IMPULSORS GENÈTICS (OIG)

- ▶ **Caràcter invasiu i propagació transfronterera incontrolada:** Els OIG es propagaran en qualsevol ecosistema que els permeti sobreviure, probablement traspasant les fronteres nacionals, cosa que podria generar conflictes.
- ▶ **Permanència al llarg de generacions:** Els OIG romandran i es propagaran al medi al llarg de moltes generacions.
- ▶ **Irreversibilitat:** Els OIG no poden ser recuperats una vegada alliberats i es disseminaran al medi de forma irreversible, tot provocant eventualment canvis en els ecosistemes. La composició genètica de la població natural no es pot recuperar.
- ▶ **Efectes genètics no cercats:** L'eina activa d'enginyeria genètica CRISPR/Cas9 incorporada a l'organisme pot generar i propagar mutacions i nous efectes no cercats.
- ▶ **Transferència a altres espècies:** Els impulsors genètics podrien ser transferits a espècies emparentades i propagar-se més encara.
- ▶ **Efectes imprevisibles:** Els efectes dels OIG en la dinàmica poblacional i en els ecosistemes són extremadament imprevisibles a causa de la complexitat de la naturalesa i de la seva propagació i persistència il·limitada al medi al llarg de moltes generacions.
- ▶ **Pertorbació de les xarxes tròfiques i els ecosistemes:** Suprimir o eradicar poblacions o espècies silvestres tindrà efectes negatius a les xarxes tròfiques i podria conduir fins i tot al col·lapse d'un ecosistema.
- ▶ **Efectes negatius sobre la seguretat alimentària i l'agricultura ecològica i a petita escala.**

PRESERVAR LA BIODIVERSITAT: UNA NECESSITAT INELUDIBLE I URGENT

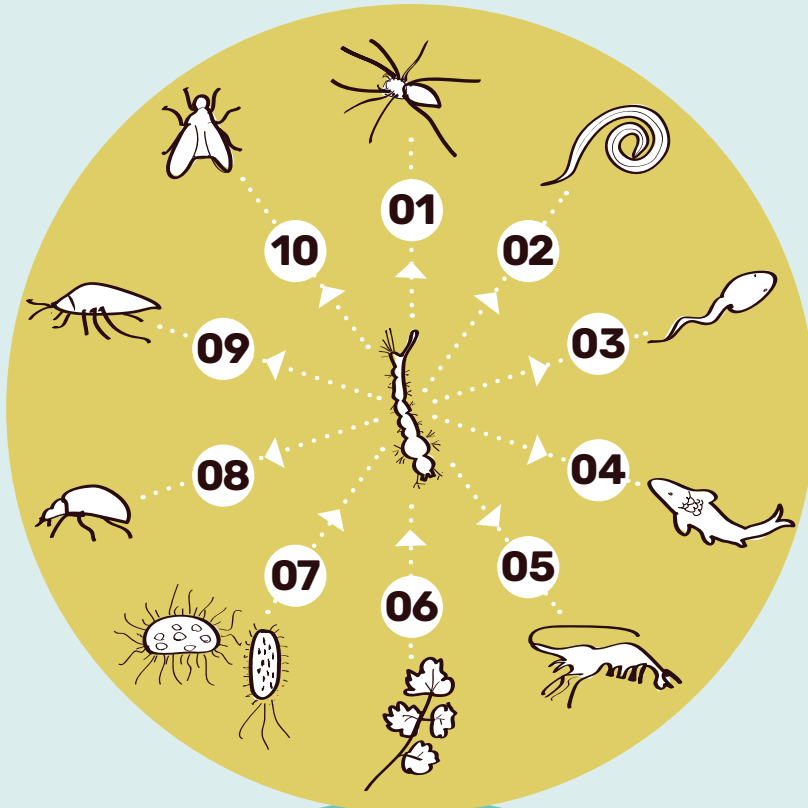
Tots els éssers vius, fins i tot aquells que semblen perillosos o nocius per a l'ésser humà, exerceixen importants funcions al seu hàbitat. L'extinció o fins i tot la manipulació d'una espècie té conseqüències per a tot l'ecosistema. Les llacunes de coneixement i incerteses sobre l'ecologia d'una espècie a nivell ecosistèmic augmenten la dificultat per avaluar els resultats d'un alliberament d'organismes amb impulsors genètics, ja que les interaccions a la natura són molt complexes.

Un exemple que il·lustra aquesta complexitat són els mosquits. Al llarg del seu cicle vital, constitueixen una font d'aliment important per a diversos animals. Per exemple, les larves de mosquit que viuen a l'aigua constitueixen una font d'aliment per a insectes aquàtics, escarabats, mosques, aranyes, cucs plans, capgrossos, peixos i crustacis. Se suposa que el 95% de les larves del mosquit de la malària africana *Anopheles gambiae* són ingerides i no arriben a convertir-se en adults. Els mosquits adults són també una important font d'aliment i són consumits per libèl·lules, aranyes, ratpenats i aus, entre d'altres. A la Camarga, una reserva natural del sud de França, la reducció de les poblacions de mosquits mitjançant control biològic també ha

provocat una reducció del nombre i la diversitat d'aus i libèl·lules. Tampoc no es pot descartar que exerceixin un paper en la pol·linització de les plantes, ja que els mosquits adults s'alimenten, entre altres coses, de nèctar i pol·linitzen certes flors. El paper dels mosquits al seu ecosistema estretament interconnectat ha estat estudiat, però continuen existint llacunes de coneixement. Per això les conseqüències d'una possible extinció serien imprevisibles.

Aquests efectes també poden afectar l'ésser humà: si una espècie de mosquit és desplaçada, podrien difondre's més altres espècies i transmetre malalties encara més perilloses.

Xarxa tròfica de la larva del mosquit i dels mosquits



Larva de mosquit

1. Aranyes
2. Cucs plans
3. Capgrossos
4. Peixos
5. Crustacis
6. Residus en descomposició
7. Microorganismes aquàtics
8. Escarabats
9. Insectes aquàtics
10. Mosques

Mosquits

1. Aranyes
2. Ocells
3. Ratpenats
4. Sang (només els mosquits femella)
5. Libèl·lules
6. Nèctar



Però fins i tot si una espècie no desapareix, els impulsors genètics comporten riscos considerables: si les característiques d'un organisme canvien involuntàriament, aquest podria modificar-ne el comportament, transmetre més malalties o fins i tot pertorbar o destruir l'hàbitat d'altres espècies. Atès que les espècies estan estretament vinculades als seus ecosistemes, els efectes d'una propagació incontrolada no es poden predir de manera fiable.

NECESSITAT D'UNA MORATÒRIA A ALLIBERAR IMPULSORS GENÈTICS

El **principi de precaució** consagrat a la normativa ambiental europea només té sentit si es poden adoptar mesures eficaces per protegir el medi ambient i la salut humana. L'alliberament o la comercialització d'un organisme modificat genèticament la propagació del qual resulta incontrolable entra en conflicte de manera fonamental amb aquest principi.

Al gener del 2020 el Parlament Europeu va adoptar una resolució on instava la Comissió Europea i el Consell de Ministres de la UE a advocar per una moratòria mundial als impulsors genètics en la propera Conferència de les Parts del Conveni sobre Diversitat Biològica (COP15). Nombroses organitza-

cions i experts del món sencer reclamen igualment l'adopció d'una moratòria als impulsors genètics en aquest marc.

El Conveni de Diversitat Biològica de les Nacions Unides i el seu Protocol de Cartagena són el fòrum adequat per desenvolupar i acordar normes globalment vinculants sobre impulsors genètics. Per tot això, **Ecologistes en Acció** ha fet front comú amb altres organitzacions espanyoles i europees que estan **reclamant als seus governs una postura ferma i inequívoca a favor d'una moratòria mundial a la COP 15 del Conveni, que està previst que se celebri al Canadà al desembre 2022.**

MÉS INFORMACIÓ:

- Informe complet: <https://www.ecologistasenaccion.org/208532>
- Informe complet en altres idiomes (alemany, francès, anglès, rumano, polaco, castellano):
<https://www.stop-genedrives.eu/en/own-publications/>

SI VOLS DONAR SUPORT AMB LA TEVA FIRMA:

- Firmes (per a organitzacions) del manifest de la campanya europea: <https://www.stop-genedrives.eu/es/manifiesto/>
- Firmes (de persones) per demanar una moratòria:
<https://www.ecologistasenaccion.org/202098/>

