

TRANSGENIKORIK, ZERGATIK EZ?

Mertxe de Renobales Scheifler

Lehendakari jauna, Errektore jauna, Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura sailburu andrea, irakasleok eta ikasleok, andre eta jaun guztiok, egun on eta eskerrik asko hemen egoteagatik.

Hoy vamos a hablar sobre los organismos transgénicos, en concreto sobre cultivos transgénicos comestibles, tema actual y polémico.

Una planta transgénica, legalmente, es un "organismo modificado genéticamente" mediante técnicas de ingeniería genética, entre otras. Aunque la definición legal no lo diga, fácilmente nos induce a pensar que otras tecnologías utilizadas en la mejora genética vegetal no introducen modificaciones en sus genomas. Y, siguiendo con esa línea de pensamiento, deducimos que las otras plantas que comemos son "naturales" y no están modificadas... La definición legal nos induce a un serio error, como veremos en seguida. Empezamos mal...

Todas las técnicas que actualmente se utilizan para mejorar las plantas que nos sirven de alimento introducen modificaciones en sus genomas. Todas. Son los tratamientos con productos químicos mutagénicos o con compuestos radioactivos las técnicas que más cambios introducen en el genoma de la planta. A mediados del siglo XX, la FAO y la Agencia Internacional de Energía Atómica pusieron a punto el programa "*Nuclear Techniques in Food and Agriculture*". Con ella se han mejorado, a día de hoy, 3.222 variedades de más de 150 especies de arroz, centeno, trigo, maíz, otros cereales, legumbres, cultivos de interés industrial, hortalizas, oleaginosas, ornamentales y otras varias,

Cuando ya tenemos una planta con la característica deseada, la cruzamos repetidas veces con la variedad comercial de la planta que queremos mejorar. Los genomas de las dos plantas se combinan al azar, de manera que cada una de las nuevas plantas tiene un conjunto de genes diferente. Las cultivamos en el invernadero y seleccionamos la que nos interesa.

Nola egiten da landare transgeniko bat? Kontzeptualki erraza da: organismo jakin baten (bakteria bat, adibidez) gene bat identifikatzen dugu, landare bati propietate interesgarri bat eman diezaiokeena. Biologia molekularren eta ingeniariatza genetikoaren ohiko teknikak erabiltza, genea isolatzen dugu; prestatzen dugu, nahi dugun landarean funtzionala izan dadin; eta, gene horren hainbat kopia egiten ditugu.

Gero, kopia horiek aldatu nahi dugun landarearen zeluletan sartuko ditugu. Eta gure genea hartu duten zelulak hautatuko ditugu (ez baitute denek genea hartzen). Gero, *in vitro* hazkuntzarako ohiko tekniken bidez, zeluletatik landareak garatzen, eta berotegian landatzen ditugu. Landarearen belaunaldi askoren ondoren, guri interesatzen zaizkigun ezaugarri guztiak biltzen dituen landarea hautatuko dugu. Hori izango da gure landare transgenikoa.

Ingeniaritza genetikoak gene gutxi batzuk sartzen ditu landarearen genomaren. Birsortu ditugun landareetan, gure genea genomaren beste posizio batean sartuko zen. Gero, landare onenak aukeratzen ditugu, teknika ez-transgenikoen bidez landutako landareekin egiten dugun moduan.

Gizakiak eta animaliak elikatzeko erabilitako landareak direnez, gure kezka nagusia laborantza transgeniko horien NUTRIZIO kalitateak izan behar du. Laborantza transgenikoak merkaturatzen dituzten herrialde guztietan nahitaezkoa da, salmenta baimendu baino LEHEN, ebaluazio zorrotz bat egitea, bai kontsumitzaileen osasunaren ikuspegitik bai ingurumenaren izango duen inpaktuaren ikuspegitik. Transgenikoak historiako laborantza aztertuenak dira, zalantzarik gabe. Harrigarria bada ere, herrialde bakar batean ez da nahitaezkoa laborantza tradizional ez-transgenikoak ebaluatzea, inongo ikuspegitik. Hazi ez-transgenikoa garatzen duen entitateak ziurtatzen du ongi haziko dela eta produktibitate ona emango duela eta, askotan, entitateak berak patentatzen du. Azken 40 urteotan, ordea, laborantza ez-transgeniko toxikoak merkaturatu izan dira, eta merkatutik kendu behar izan dituzte, arazo asko eman ondoren.

European, *European Food Safety Authority* erakundeak egiten du laborantza transgenikoen ebaluazioa. Besteak beste, balizko toxikotasuna, alergenotasuna, nutrizio propietateak eta ingurumenarekiko inpaktua ebaluatzen dituzte, eta beti alderatzen dituzte laborantza transgenikoa eta hura sortzeko erabilitako landarea. Ebaluazio horren helburua landarea jateak kontsumitzaileei kalterik egingo ez diela ziurtatzea da. Baimendutako laborantza guztiek igaro dituzte ebaluazioak, eta dagokien laborantza ez-transgenikoekiko "funtsean baliokideak" izan dira, nutrizioaren ikuspegitik. Horrela onartu dute munduko erakunde zientifiko nagusiek. Alabaina, laborantza transgeniko batzuk hobeak izan dira, nutrizioaren ikuspegitik, ez-transgenikoak baino...

Mencionaremos brevemente 4 ejemplos: en los 2 primeros el cultivo transgénico tiene una significativamente menor concentración de compuestos tóxicos que el convencional, y en los 2 siguientes el

transgénico acumula considerablemente mayores cantidades de vitaminas necesarias para la salud. El maíz resistente a insectos, como por ejemplo el que se puede cultivar en Europa y se cultiva en España, ha resultado tener una concentración de fumonisinas muy inferior a las que tienen habitualmente el maíz convencional y el ecológico, por lo que es mucho mejor para la salud de los consumidores. Las fumonisinas son micotoxinas producidas por hongos de la especie *Fusarium* que infectan las plantas de maíz y otros cereales por las heridas que les causan los insectos plaga. El maíz resistente a insectos produce una proteína tóxica para estos insectos plaga por lo que el nivel de infestación con *Fusarium* es mucho menor que en el maíz convencional y ecológico. Es una lástima que, debido al rechazo europeo a los alimentos transgénicos, este maíz saludable se destine a alimento del ganado...

La patata Innate, recientemente autorizada en EEUU y desarrollada por una pequeña empresa, produce mucha menor cantidad de acrilamida al freír. Este compuesto cancerígeno aparece habitualmente en todo tipo de frituras y horneados. ¡A quién no le gustan las patatas fritas! Esperemos que pronto se autorice en Europa esta patata y la industria de la patata alavesa se beneficie...

Como ustedes saben, la deficiencia de vitamina A es el origen de serios problemas de salud en muchos países en desarrollo en los que la dieta se basa en alimentos deficitarios en este nutriente o en β -caroteno que nuestro cuerpo convierte en vitamina A. Se calcula que es la causa de la ceguera de más de 350.000 niños anualmente, además de cientos de miles de muertes y gravísimos problemas de salud en diversos países del sudeste asiático y África subsahariana. El Arroz Dorado es el cultivo humanitario por excelencia, desarrollado con dinero público, que recientemente ha recibido el premio "*Patents for Humanity*". Acumula suficiente β -caroteno para proporcionar la cantidad diaria necesaria de vitamina A en aquellas poblaciones para las que el arroz es el alimento básico diario y prácticamente el único. Todavía no se ha comercializado a pesar de estar disponible ya desde hace varios años debido a la fuerte oposición de varias multinacionales ecologistas. El "maíz hipervitamínico", desarrollado específicamente para Sudáfrica, por el grupo del profesor Christou de la Universidad de Lleida, también con dinero público, acumula altas concentraciones de vitamina A, C y ácido fólico.

Askotan esaten da ez dagoela nahikoa daturik laborantza transgenikoak osasunerako seguruak direla baieztatzeko. Zenbat datu behar dira "nahikoa" izateko? Gizakien eta animalien osasunari buruzko argitalpen zientifikoek zerrenda luze bat ba dago, eta, laborantza konbentzionalek izan ditzaketek arriskuekin alderatuz gero, aurkitu dituzten arriskuak ez dira oso bestelakoak. Davisen kokatutako

Kaliforniako Unibertsitateko ikertzaileek AEBko hiltegietan (Nekazaritza Ministerioaren mendekoak) jateko erabiltzen ditugun animaliei buruzko fitxategiak aztertu zituzten 1983-2011 urteen bitartean, hots: behiak, ardiak, ahuntzak, txerriak eta eskortako hegazti mota guztiak. Arreta jarri zuten, batez ere, animalia osasunari eta animalia produkzioari buruzko parametroetan, bi aldi berezita: batetik, 1983-1996 urteen bitarteko aldia, hots, laborantza transgenikoak merkaturatu aurrekoa, eta, bestetik, 2000-2011 urteen bitartekoa, non animalien %95i pentsu transgenikoa eman zitzaien, egunero eta belaunaldiz belaunaldi. Ez zituzten desberdintasun estatistiko nabarmenak aurkitu aztertutako bi aldien artean; hortaz, pentsu transgenikoak konbentzionalen baliokideak direla ondorioztatu zuten. Garrantzitsua da azpimarratzea ez zirela osagai transgenikoak aurkitu pentsu transgenikoaren bidez elikatutako animalien haragian, arrautzetan edo esnean.

Europar Batasunak, 1985. urteaz geroztik, baliabide ekonomiko asko bideratu ditu laborantza transgenikoen osasun eta ingurumen alderdiak aztertzeko, hainbat Esparru Programaren bidez. Argitalpen horretan honako hau ondorioztatzen da: *"... gero eta ebidentzia gehiagok adierazten dute bioteknologia ez dela teknologia konbentzionala baino arriskutsuagoa"*.

¿Cuál es la situación en el mundo? En 2014, 28 países plantaron cultivos transgénicos en un total de 181,5 millones de hectáreas. EEUU, Brasil, Canadá, Argentina, e India cultivaron el 90% de la superficie dedicada en todo el mundo a cultivos transgénicos. EEUU, en concreto, representa el 50% de la superficie cultivada. Aproximadamente 18 millones de agricultores los cultivaron en todo el mundo, de los que alrededor de 17 millones tienen menos de 1,5 hectáreas de terreno.

Los cultivos mayoritarios son la soja (82% del total global es transgénica), el algodón (68%), el maíz (30%) y la colza (25%). Las principales características de los cultivos transgénicos actuales son agronómicas: tolerancia a herbicidas (aproximadamente 105 millones de hectáreas), resistencia a insectos (unas 30 millones de hectáreas) y la combinación de las dos (unas 50 millones de hectáreas). En todo el mundo habrá alrededor de 100 cultivos diferentes autorizados en diferentes países.

En la UE está autorizado el cultivo del maíz resistente a insectos (MON 810) y la patata AMFLORA. Además, se pueden importar, pero no cultivar, algodón, colza, remolacha y maíz (tolerante a herbicidas) para alimentación humana y animal, haciendo un total de unas 45 variedades diferentes.

¿Pueden los cultivos transgénicos contribuir a disminuir el impacto ambiental de la agricultura? Los cultivos transgénicos, en general, tienen un rendimiento 21% superior a los convencionales (ahorrando superficie cultivada para otros usos), reducen el uso de plaguicidas en un 36,9% en comparación con los cultivos convencionales, con lo que se reduce el coste de producción, y el agricultor obtiene una ganancia total de un 68% más que el convencional. Se observa una reducción del cociente de impacto ambiental en cultivos transgénicos comparados con los convencionales debido, sobre todo, al empleo de herbicidas de alto impacto ambiental en los cultivos convencionales. Los cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas utilizan principalmente glifosato, evitando otros herbicidas más agresivos para el medio ambiente. Como consecuencia, ha aumentado el uso del glifosato y la aparición de malas hierbas resistentes a este herbicida. El glifosato es un herbicida de bajo impacto ambiental y baja toxicidad para los vertebrados. Este es un punto muy debatido actualmente, pero por desgracia ahora no nos da tiempo a discutirlo. Es necesario introducir otras prácticas agronómicas, como la rotación de cultivos, y el uso de otros herbicidas (aunque sean de mayor impacto ambiental) para controlar estas malas hierbas y no perder las ventajas de un herbicida de bajo impacto ambiental.

Los cultivos tolerantes a herbicidas reducen el laboreo de la tierra antes de la siembra, es decir, facilitan la agricultura de conservación. Como resultado, se reduce la erosión de la capa fértil del suelo, la evaporación, y la emisión de gases de efecto invernadero. El cambio climático reducirá mucho la disponibilidad de agua en nuestro entorno, y los cultivos tolerantes a la sequía pueden dar el mismo rendimiento hasta con 20% menos agua.

Se nos quedan en el tintero, para otro día, muchas investigaciones actuales para reducir el impacto ambiental de la agricultura y mejorar la calidad nutricional de los alimentos.

Pertsona asko laborantza transgenikoen beldur dira. Unibertsitatean, hain zuzen, praktikan jarri behar dugu Marie Curie-ren aholkua, eta ahalegin bat egin behar dugu, hasiera batean beldurtzen gaituen hori ezagutzeko, beldurrak paralizatu eta aurrera egitea eragozten baitigu. Azter ditzagun datu zientifikoak, eta har ditzagun erabakiak, datuak eskura edukita; izan ere, zientzia, jakintzen multzo bat baino gehiago, pentsatzeko modu bat da, jakintza arlo guztietan aplikatu daitekeena. Ausart gaituzen modu kritikoan pentsatzera, ontzat eman gabe itxurazko "egia" asko, ez baitira egia, hamaika aldiz errepikatuta ere, pentsatzea ez pentsatzea baino hobeagoa baita. Eta azkenean, egiak libre egingo gaitu.

Horrenbestez, bai, behar baino bizkorrago ikusi dugun moduan, laborantza transgenikoak lagungarriak izan daitezke, gure nutrizioa eta talde kaltetuena hobetzeko; lagungarriak izan daitezke, nekazaritzaren ingurumen inpaktua gutxitzeko; baliagarriak izan daitezke, laborantzak bertan den aldaketa klimatikora egokitzeko; eta, onuragarriak izan daitezke gure nekazariarentzat, baita garapen bidean diren herrialde ertain eta txikientzat ere... Bai, elikatzen gaituzten laborantzak hobetzeko beste tresna bat dira.

Kasu egin diezaiogun FAOren zuzendari nagusi José Graziano da Silva doktoreari: *Hainbat aukera aztertu behar ditugu, hala nola agroekologia eta nekazaritza klimatikoki adimenduna (climate-smart agriculture), baita bioteknologia eta genetikoki aldatutako organismoen erabilera ere.*

Aukera horiek guztiak aztertzeko ikuspegi barneratzaile bat erabili behar dugu, zientzian eta ebidentzietan oinarrituko dena, eta ez ideologietan.

Horregatik, transgenikorik? Bai, mesedez!

Eskerrik asko zuen arretagatik!

Referencias utilizadas en la presentación:

Ambavaram MMR y cols. 2014. Coordinated regulation of photosynthesis in rice increases yield and tolerance to environmental stress. *Nature Communications* 5, doi:10.1038/ncomms6302.

Ariño A y cols., 2007. Natural occurrence of *Fusarium* species, fumonisin production by toxigenic strains, and concentrations of fumonisins B1 and B2 in conventional and organic maize grown in Spain. *Journal of Food Protection* 70, 151-156.

Arroz Dorado: <http://www.goldenrice.org>

Bakan y cols. 2002. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 728-731, 2002

Brookes G. 2014. Weed control changes and genetically modified herbicide tolerant crops in the USA 1996-2012. *GM Crops & Food* 5, 321-332.

Cubero JI. 2013. *Introducción a la Mejora Genética Vegetal* (3ª ed).

De la Fuente JM y cols. 1997. Aluminum Tolerance in Transgenic Plants by Alteration of Citrate Synthesis. *Science* 276, 1566-1568.

Deinlein U y cols. 2014. Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends Plant Sci* <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2014.02.00>

Directiva 2001/18 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente.

Duke SO, Powles SB. 2009. Glyphosate-Resistant Crops and Weeds: Now and in the Future *AgBioForum* 12, 346-357.

EFSA, Guidance document for risk assessment of food and feed from genetically modified plants (EFSA Journal 9(5), 2150, 2011).

Etzel RA. 2002. Mycotoxins, *JAMA*, 287, 425-427.

European Commission.

Base de datos de cultivos modificados genéticamente autorizados: http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm

A decade of EU-funded GMO research: https://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/a_decade_of_eu-funded_gmo_research.pdf

FAO_IAEA. Nuclear techniques for Food and agricultura: <http://www-naweb.iaea.org/nafa/>

Mutant Variety Database: <http://mvd.iaea.org/>

Fernández-Cornejo J y cols. 2014. Genetically Engineered Crops in the United States – USDA (ERR 162) http://www.ers.usda.gov/media/1282242/err162_summary.pdf

Gil-Humanes J y cols. 2014. Reduced-Gliadin Wheat Bread: An Alternative to the Gluten-Free Diet for Consumers Suffering Gluten-Related Pathologies. *Plos One* 9(3), e90898. doi:10.1371/journal.pone.0090898.

- Gilbert N. 2010. Inside the hothouses of industry. *Nature* 466, 448-451.
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). Base de datos de cultivos modificados genéticamente aprobados en todo el mundo: <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>
- Inst. Medicine and Natl Research Council. 2004. *Safety of Genetically Engineered foods*". National Academy Press
- James C. 2015. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. Brief 49. ISAAA. www.isaaa.org
- Joshi et al. 2013. *BMC Genomics* 14(Suppl 1), S5.
- Klümper W, Qaim M. 2014. A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. *PLoS ONE* 9(11): e111629. doi:10.1371/journal.pone.0111629
- Kochian LV y cols. 2004. HOW DO CROP PLANTS TOLERATE ACID SOILS? MECHANISMS OF ALUMINUM TOLERANCE AND PHOSPHOROUS EFFICIENCY. *Ann Rev Plant Sci* 55:459-93.
- Lam HM et al. 2010. Resequencing of 31 wild and cultivated soybean genomes identifies patterns of genetic diversity and selection. *Nature Genetics*. 42, 1053-1059.
- Mutant Variety Database: <http://mvd.iaea.org/>
- National Academy of Sciences, 2010. *Impact of Genetically engineered crops on farm sustainability in the United States*. <http://www.nap.edu/catalog/12804.html>
- Naqvi S y cols., 2009. Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three distinct metabolic pathways. *PNAS* 106, 7762-7767.
- Nicolia A y cols. 2013. (Review) An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Crit Rev Biotechnol* DOI: 10.3109/07388551.2013.823595.
- Norsworthy y cols. 2012. Reducing the risks of herbicide resistance: Best management practices and recommendations. *Weed Sci* 60, 31-62.
- Nuclear Techniques for Food and Agriculture: <http://www-naweb.iaea.org/nafa/>
- Safety of Genetically Engineered foods*", Inst. Medicine and Natl Research Council. National Academy Press, 2004
- Sankula S y cols. 2005. *Biotechnology derived crops planted in 2004 – Impacts on US Agriculture*. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington DC. USA
- Van Eenennaam AL, Young AE. 2014. Prevalence and impacts of genetically engineered feedstuffs on livestock populations. *J Anim Sci*. 92(10), 4255-78. doi: 10.2527/jas.2014-8124.
- Wu F. 2006. Mycotoxin reduction in Bt corn: potential economic, health, and regulatory impacts. *Trans Res* 15, 277-289.