

Cultivos Transgénicos: El Futuro de la Agricultura

Jhonatan Junior Pizan Marquina

jhonatan.pizan@uct.edu.pe

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Universidad Católica de Trujillo

Carretera Panamericana Norte Km. 555-Trujillo-Perú.

Resumen

El presente artículo analiza los aspectos referentes a los organismos modificados genéticamente y su implementación en la agricultura, en él se expone las características mejoradas de estos, así como los diversos beneficios que ofrecen ante diferentes problemas que se presentan en dicha área que es la agricultura. Mediante la revisión de algunos artículos los cuales aportan datos positivos y fiables con respecto a la modificación del genoma de cultivos convencionales y la utilización de dichos cultivos transgénicos, en el análisis se exponen las razones para la utilización de estos cultivos, tales como la capacidad de resistencia a plagas y enfermedades, resistencia a sequías, resistencia a metales pesados y a la falta de nutrientes en el terreno.

Además de ello, se analizan los riesgos sobre la inocuidad para la salud de estos organismos y otros factores, en particular la contaminación genética de los cultivos no modificados genéticamente, los impactos sobre el medio ambiente como la aparición de resistencias en insectos, la pérdida de biodiversidad, el aumento de los productos químicos empleados. Por último, mediante la revisión de dichos artículos se concluye que los cultivos transgénicos son beneficioso y a su vez favorecen la agricultura, dado que poseen mejores características que ayudan a su crecimiento en comparación a los cultivos convencionales, lo que otorgan grandes beneficios para los agricultores al aumentar su producción y economía, así como también para el medio ambiente, al reducir el uso de tierras, pesticidas y las emisiones de gases de efecto invernadero.

De igual manera beneficia a los consumidores con respecto a la seguridad alimentaria, ya que dichos, cultivos son evaluados arduamente, no sólo en su desempeño agronómico, sino en su inocuidad para garantiza que su consumo no causará ningún daño.

Palabras clave: Biorremediación, fitoremediación, microorganismos, enfoques ómicos

Abstract

This article analyzes the aspects related to genetically modified organisms and their implementation in agriculture, in it the improved characteristics of these are exposed, as well as the various benefits they offer in the face of different problems that arise in said area that is agriculture. Through the review of some articles which provide positive and reliable data regarding the modification of the genome of conventional crops and the use of said transgenic crops, the analysis exposes the reasons for the use of these crops, such as the ability to resistance to pests and diseases, resistance to drought, resistance to heavy metals and lack of nutrients in the soil.

In addition to this, the risks to the safety of these organisms and other factors are analyzed, in particular the genetic contamination of non-genetically modified crops, the impacts on the environment such as the appearance of resistance in insects, the loss of

biodiversity, the increase in chemical products used. Finally, by reviewing these articles, it is concluded that transgenic crops are beneficial and in turn favor agriculture, since they have better characteristics that help their growth compared to conventional crops, which provide great benefits for farmers by increase your production and economy, as well as for the environment, by reducing land use, pesticides and greenhouse gas emissions.

In the same way, it benefits consumers with respect to food safety, since these crops are rigorously evaluated, not only in their agronomic performance, but also in their safety to guarantee that their consumption will not cause any damage.

keywords: Bioremediation, phytoremediation, microorganisms, omics approaches

1. Introducción

Un producto transgénico (OMG, organismo modificado genéticamente,) es aquel al que se ha alterado su información genética propia con la adición de muy pocos genes (generalmente uno) procedentes de otro organismo, normalmente de otra especie GestioPolis.com, (2020). Es decir; se les llaman "transgénicos.^a los organismos (animales o vegetales) que, al producirse, reciben un gen ajeno a su especie, y que al desarrollarse disponen de características específicas, a gusto del productor o de su fabricante. En el caso de los cultivos, dichos genes añadidos hacen que la productividad y la resistencia a insectos o a herbicidas aumenten. A demás de ello, se han diseñado cultivos que pueden subsistir mejor en época de sequía, Así mismo, el uso de nuevas técnicas de la ingeniería genética se viene aplicando en especies animales, para que produzcan, por ejemplo, proteínas medicinales.

Si hablamos de los cultivos o alimentos transgénicos cabe resaltar que representan un aliado para la agricultura, pues estos otorgan grandes ventajas como es el caso de resistencia a plagas, herbicidas, mayor productividad y mejoramiento nutricional.

En primera instancia, los alimentos transgénicos resistentes a plagas y herbicidas son bastante prácticos para los agricultores, como es el caso del Maíz transgénico, ya que se les ha introducido un gen que les da la capacidad de producir toxinas, matando a la plaga cuando se alimenta del cultivo y a su vez les permiten hacer uso de un solo herbicida (generalmente el glifosato) que elimina la mayoría de las malas hierbas sin dañar a este, dando como resultado una mayor productividad. Asimismo, dichos alimentos pueden ser diseñados de tal forma que aumenten sus nutrientes, como es el caso del arroz dorado "una variedad producida a través de ingeniería genética que tiene como principal beneficio producir un precursor de la Vitamina A (PERU21, 2016). En tal sentido, Según el punto de vista de biólogos, premios noveles de medicina, expertos en biotecnología, entre otros expertos, existes diversas razones para la aceptación de alimentos transgénicos.

En primer lugar, Según Alberto Maurer Fosa, PhD en Genética Molecular de Plantas, los alimentos transgénicos son tan seguro o incluso más que los desarrollado por métodos convencionales, ya que estos productos transgénicos antes que hayan ingresado al mercado internacional, debieron pasar por una serie de estudios, pruebas de laboratorio, de invernadero y de campo por un período no menor a 5 años, por lo que la nocividad de dichos productos tanto para la salud como el medio ambiente, quedó descartado por la Organización Mundial de la Salud, (Córdova, 2010).

En segundo lugar, de acuerdo con la asociación de biotecnología vegetal agrícola (Agro-Bio), los alimentos modificados son amigables con el medio ambientes, ya que Reducen la

huella ecológica de la agricultura y ayudan a conservar la biodiversidad Permiten una mayor sostenibilidad de la agricultura mientras ayudan a la conservación del medio ambiente ya que: reducen la utilización de herbicidas (AGRO-BIO, s.f.).

En tercer lugar, Rinden más por hectárea y además permiten la utilización de suelos que antes se consideraban improductivos para la agricultura, es decir, suelos salinos, áridos o muy húmedos. Por último, para el Dr. Maurer Fossa, la demanda alimentaria que implica el aumento de la población, se solucionaría con la rentabilidad de los productos transgénicos, por ejemplo, la producción de maíz amarillo transgénico aumenta en 50 % y los costos reducen en 20 % porque se ahorra en pesticidas. En otras palabras, se produce más y se invierte menos (Córdova, 2010).

2. Estado del arte

En la actualidad los cultivos transgénicos están ganando un amplio terreno en lo que respecta a la agricultura, ya que dichos cultivos poseen en su ADN la capacidad para hacer frente a diversas dificultades presentes durante su crecimiento, como es el caso del maíz transgénico. Tal y como lo señala (Dowd et al., 2022), que debido a la clonación e introducción de un gen que codifica una superlectina quimérica, que reduce el crecimiento de especies patógenas de *Fusarium* (hasta 71 %) y plagas oruga (hasta 65 %) en dicho cultivo, lo cual, incorpora una estrategia en la producción de cultivos sostenibles mediante la promoción de plagas mejoradas.

Igualmente, sucede en el caso del algodón transgénico el cual al ser modificado su ADN; con la introducción de algún tipo de gen lo hace más resistente a plagas, por lo que (Kumara et al., 2022) en su artículo nos demuestra que a este cultivo se le puede introducir parasitoides *Trichogrammatoidea nr* como agentes de biocontrol contra la infestación del gusano piloso rosado (PBW), y el algodón no se vería afectado por este paracito gracias a las capacidades de resistencia proporcionadas por los genes en su ADN.

De igual Forma, (Pereira Menezes Reis et al., 2022) refiere que si utilizamos el gen *oxdc* de *Flammulina velutipes* para generar plantas transgénicas de tomate como una estrategia potencial para controlar la infección por *M. perniciosa* podría ser un gran paso hacia la reducción de los síntomas y su propagación en los árboles de cacao, los cuales son el principal cultivo afectados por esta enfermedad. Ya que, según los resultados obtenidos en sus pruebas, se evidencio que las líneas transgénicas de tomate que expresan gen *oxdc*, tardan más en manifestar el síntoma de hinchazón, presentan una mayor supervivencia y menores síntomas a la infección por *M. perniciosa*. Además, se mostró una menor producción de H₂O₂ en la presencia de AA que el WT indica que estas líneas fueron capaces de desintoxicar OA que conduce a un desarrollo normal de la planta y a menos síntomas, incluso cuando está infectado por dicho patógeno. Esto generaría un gran impacto positivo en lo que respecta a lo económico y social en la cadena de producción de chocolate.

Por otro lado, las dificultades que atraviesan los cultivos no solo se deben a plagas y enfermedades sino que también pueden estar asociadas al terreno en donde estos son sembrados, ya que en algunas legumbres como es el caso del garbanzo, las variaciones en los niveles de humedad y de metales pesados en el suelo dificultan su crecimiento, lo cual puede generar una reducción aproximada del 50 % en el rendimiento, ya que la planta debido a esto presenta como efecto aborto de flores, reducción de biomasa, reducción en la producción

de semillas e incluso aborto de vainas. En tal sentido, (Kumar et al., 2022) En su artículo expresa que la transferencia del gen Metalotioneína (MT1) en los garbanzos mediada por *Agrobacterium* puede minimizar el estrés provocado por la falta de agua y la presencia de metales pesados en el suelo, ya que produce cambios en los parámetros fisiológicos (tasa de fotosíntesis, tasa de transpiración, conductancia estomática, eficiencia en el uso del agua) y bioquímicos (enzimas antioxidantes y solutos compatibles).

Así mismo, la falta de nutrientes en el campo de cultivo puede ser un gran problema para el desarrollo de las plantas, tal y como lo señala (Zhang et al., 2022) quien indica que el nitrógeno (N) al ser un nutriente esencial que regula muchos aspectos como el crecimiento y desarrollo de las plantas. Su presencia de forma natural en los campos de cultivo es cada vez más escasa y la aplicación de una gran cantidad de este fertilizante no sólo puede aumentar el costo de la producción agrícola, sino también tienen efectos nocivos sobre el medio ambiente. Por lo cual, se crearon plantas de manzana transgénicas que conserven la proteína MdPRP6 sin que esta sea inhibida por falta de nitrógeno, gracias a la modificación de su genoma. Dichas plantas de manzana transgénicas crecieron mejor que las plantas de tipo silvestre en condiciones de bajos niveles de Nitrógeno, como lo indican sus raíces bien desarrolladas; mayor altura, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa; y mayor capacidad.

Además, la acumulación de antocianinas contribuye a resistir los efectos del bajo nivel de Nitrógeno. Con respecto a la contaminación de suelos por metales pesados, el cual es otro de los problemas que atraviesan los cultivos ya que pueden afectar negativamente en sus actividades biológicas, por lo tanto (Zou et al., 2022) Nos dice en su investigación que el cadmio (cd) es uno de los contaminantes más peligrosos y es un elemento no esencial para las plantas ya que provoca la inhibición de la fotosíntesis desequilibra la absorción de agua y nutrientes, y estrés oxidativo, por lo que la clonación de una proteína responsable del transporte de varios cationes metálicos divalente denominado SmZIP9 de un tipo de sauce (*Salix matsudana* Koidz), para la obtención de tabaco transgénico por medio la transformación genética mediada por *Agrobacterium* (la capacidad de transferir ADN entre reinos y especies diferentes), puede ser la solución para hacer frente al estrés de la planta por metales pesados, particularmente por Cadmio (cd) y obtener de este modo un recurso genético que ayude a la fitorremediación de este metal Finalmente, debido a la rápida expansión de los cultivos modificados genéticamente, muchas personas aún están en desacuerdo a dicha práctica, ya que el uso puede traer consecuencias muy graves, tal y como (Spendeler, 2005) expresa que, si un organismo modificado genéticamente resultase perjudicial para la salud, no lo podríamos detectar por falta de mecanismos adecuados, en particular por las deficiencias del sistema de etiquetado. Por otro lado, la introducción de los cultivos transgénicos en la agricultura se está realizando sin las medidas de precaución y puede generar grandes impactos ambientales y sobre el resto de la agricultura, como la contaminación genética, la pérdida de biodiversidad agrícola y silvestre, la aparición de plagas más difíciles de controlar, la dependencia cada vez mayor hacia los agroquímicos y se pueden hacer cada día más evidentes los impactos que repercuten indudablemente sobre la seguridad alimentaria.

3. Discusión y análisis

En base a la información obtenida se puede mencionar que los cultivos transgénicos otorgan una gran variedad de beneficios para la agricultura, ya que gracias a los genes de otras especies introducidos en ellos pueden hacer frente a diversas dificultades en su desarrollo. Tal y como en el caso de las plagas y enfermedades que es el principal problema el cual genera mayores pérdidas económicas en la agricultura. Pero este problema puede ser revertido con la modificación del ADN del cultivo insertando el gen OXDC Flammulina, como en el caso del maíz transgénico que es resistente a plagas y herbicidas. Por otro lado, las sequías son otro aspecto negativo para los cultivos convencionales, por lo cual la adaptación de plantas ante este problema se puede lograr con la transferencia de genes de Metalotioneína, como es el caso de los garbanzos transgénicos que tienen mayor resistencia a situaciones de sequía gracias al gen presente en su genoma. Así mismo, los bajos niveles de nitrógeno en suelo representan una severa amenaza para los cultivos, sin embargo, puede ser revertida con la modificación del ADN, en la que se maximiza la producción de la proteína MdPRP, lo cual permite que las plantas desarrollen raíces más largas y puedan encontrar los nutrientes a mayor profundidad, tal y como es en el caso de las plantas de manzana transgénica que poseen raíces bien desarrolladas; mayor altura, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa.

La contaminación de suelos por metales pesados, el cual es otro de los problemas que atraviesan los cultivos ya que pueden afectar negativamente en sus actividades biológicas y más aún cuando se trata del Cadmio, por ello la introducción de un gen de un tipo de sauce puede mitigar estos efectos, como es en el caso del tabaco transgénico el cual posee este gen y mayor resistencia al estrés por este metal. Sin embargo, ante todo lo mencionado existen aún mucha controversia por este tema de los cultivos transgénicos, ya que se teme que estos sean perjudiciosos a largo plazo para la salud como para el ambiente y por la poca regulación del uso de estos, pero hasta la fecha no existe casos reportados de enfermedades en la salud de las personas por el consumo o uso de estos transgénicos.

Finalmente, cabe resaltar que a pesar de lo beneficioso y prometedor que resulte esta práctica aún no se implementa al 100 % en todo el mundo y a su vez aún no existe evidencia que esta técnica sea implementada en la modificación del genoma humano, lo cual desde mi punto de vista sería un gran avance para toda la humanidad.

4. Conclusiones

En conclusión, los cultivos transgénicos son beneficioso y a su vez favorecen la agricultura, dado que poseen mejores características que ayudan a su crecimiento en comparación a los cultivos convencionales, lo que otorgan grandes beneficios para los agricultores al aumentar su producción y economía, así como también para el medio ambiente, al reducir el uso de tierras, pesticidas y las emisiones de gases de efecto invernadero. De igual manera beneficia a los consumidores con respecto a la seguridad alimentaria, ya que dichos, cultivos son evaluados arduamente, no sólo en su desempeño agronómico, sino en su inocuidad para garantiza que su consumo no causará ningún daño. Sin embargo, muchos no tienen una idea clara ni de qué son ni de sus implicaciones, y es a partir de ahí que susciten miedos e incógnita, por ello se insta a la población a informarse acerca de los beneficios que otorgan

los alimentos transgénicos para de este modo no caigan en mitos que solo generan "miedo y desconfianza".

Referencias

- Dowd, P. F., Naumann, T. A., Johnson, E. T. (2022). A maize gene coding for a chimeric superlectin reduces growth of maize fungal pathogens and insect pests when expressed transgenically in maize callus. *Plant Gene*, 30, 100359. <https://doi.org/10.1016/J.PLGENE.2022.100359>
- Kumar, S., Yadav, A., Verma, R., Dubey, A. K., Narayan, S., Pandey, A., Sahu, A., Srivastava, S., Sanyal, I. (2022). Metallothionein (MT1): A molecular stress marker in chickpea enhances drought and heavy metal stress adaptive efficacy in transgenic plants. *Environmental and Experimental Botany*, 199, 104871. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2022.104871>
- Kumara, G. T., Navik, O., Venkatesan, T., Hosamani, A., Patil, J., Mohan, M., Jalali, S. K. (2022). Performance and field efficacy of indigenous egg parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) against the cotton pink bollworm *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) in transgenic Bt cotton. *Biological Control*, 170, 104902. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2022.104902>
- Pereira Menezes Reis, S., de Andrade Silva, E. M., Peres Gramacho, K., Freitas Sena, K., da Costa Silva, D., Lima Aragão, F. J., Cardoso Costa, M. G., Micheli, F. (2022). Transgenic tomato expressing an oxalate decarboxylase gene from *Flammulina* sp. shows increased survival to *Moniliophthora perniciosa*. *Scientia Horticulturae*, 299, 111004. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2022.111004>
- Spendeler, L. (2005). Organismos modificados genéticamente: una nueva amenaza para la seguridad alimentaria. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 271–282. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200013>
- Zhang, X., Gong, X., Cheng, S., Yu, H., Li, D., Su, X., Lei, Z., Li, M., Ma, F. (2022). Proline-rich protein MdPRP6 alters low nitrogen stress tolerance by regulating lateral root formation and anthocyanin accumulation in transgenic apple (*Malus domestica*). *Environmental and Experimental Botany*, 197. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2022.104841>
- Zou, J., Han, J., Wang, Y., Jiang, Y., Han, B., Wu, K., Wang, B., Wu, Y., Fan, X. (2022). Cytological and physiological tolerance of transgenic tobacco to Cd stress is enhanced by the ectopic expression of SmZIP8. *Plant Science*, 319, 111252. <https://doi.org/10.1016/J.PLANTSCI.2022.111252>
- AGRO-BIO. (s.f.). Transgénicos: ¿cuáles son sus beneficios? Obtenido de AGRO-BIO: <https://www.agrobio.org/beneficios-cultivos-geneticamente-modificados-colombia/1434542999695-a56fab9e-1f6710b4-996e6692-00d0>

Córdova, A. (2010). ARGUMENTOS CIENTÍFICOS FUNDAMENTAN LEY DE TRANSGÉNICOS EN EL PERÚ. Obtenido de AGRARIA.PE: <https://agraria.pe/noticias/argumentos-cientificos-fundamentan-ley-de-transgenicos-en-el-159>

PERU21. (2016). Más de cien premios Nobel se enfrentan a Greenpeace por su negativa a aceptar transgénicos. Obtenido de PERU21: <https://peru21.pe/mundo/cien-premios-nobel-enfrentan-greenpeace-negativa-aceptar-transgenicos-222124-noticia/>