

Análisis de los potenciales impactos asociados a la introducción de cultivos genéticamente modificados en El Salvador

Analysis of the possible impacts associated with the introduction of genetically modified crops in El Salvador

Santos-Martínez, Brenda Alicia¹

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo la evaluación de los posibles impactos que se asocian a la introducción de cultivos genéticamente modificados en El Salvador. Es importante mencionar que este es un tema largamente ignorado en el contexto nacional, donde por desinformación o la existencia de sesgos ideológicos se ha evitado el contemplar la idea de introducir cultivos OGM (Organismos Genéticamente Modificados) al sistema agrícola salvadoreño, estancando así la producción nacional, en particular de alimentos. Por medio de consultas específicas a expertos de la temática y una posterior investigación bibliográfica se realizó un análisis de los impactos que se verían involucrados en la introducción de cultivos OGM en El Salvador, donde se delimitaron los posibles impactos en tres: socioeconómico, político y ambiental. Teniendo consecuencias positivas en el sistema productivo salvadoreño, particularmente con la utilización correcta de tecnologías como maíz genéticamente modificado en virtud de su falta de utilización de insecticidas y una reducción de mano de obra, así como la revitalización de industrias novedosas, como la algodonera, frijolera y forrajera. En términos políticos es importante tomar en cuenta los posibles beneficiarios de estas tecnologías, así como el verdadero impacto que tendrá. Finalmente, no se encontró ninguna diferencia en términos ambientales entre producción con cultivos genéticamente modificados y cultivos no modificados genéticamente, a diferencia de una reducción de utilización de insecticidas.

Palabras clave:

OGM, agricultura, impactos, introducción.

Abstract

The present investigation aimed to evaluate the possible impacts associated with introducing genetically modified crops in El Salvador. It's important to mention that this topic is largely ignored in the national context, whereby disinformation or the existence of an ideological bias has been avoided to contemplate the introduction of GMOs (Genetically Modified Crops) to the Salvadoran agricultural system, stalling the national production, food in particular. Through specific consultations with experts in the subject matter and a subsequent literature review, an analysis of the impacts involved in introducing GMOs in El Salvador was carried out, where three impacts were delimited: Socioeconomic, political, and environmental. Having positive consequences in the Salvadoran productive system, particularly in the correct usage of technologies like genetically modified corn due to the lack of usage of insecticides and a reduction of the workforce, as well as the revitalization of novel industries, like cotton, bean, and fodder. In political terms, it's important to consider the possible beneficiaries of these technologies, like the real impact they would entail. Finally, there wasn't a difference in environmental terms between the production of genetically modified crops and non-genetically modified crops, with the only difference being the reduction of insecticide usage.

Keywords:

GMO, agriculture, impacts, introduction.

¹ Ingeniera en Agrobiotecnología, Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. Universidad Dr. José Matías Delgado. E-mail: brendasantos.1630@gmail.com

Introducción

La biotecnología moderna ha pretendido un cambio en una gran cantidad de industrias, desde la medicina hasta la industria alimentaria, sin embargo, una industria en la que se ha vuelto cada vez más importante así como controversial es la agrícola, desde la creación de la primera planta transgénica (Alimentos transgénicos. info, sin fecha), se han observado una gran cantidad de beneficios que se pueden obtener de la modificación genética de especies vegetales, como la eliminación de plagas, la resistencia a herbicidas, la inmunidad a virus o la tolerancia a sequías, creando así cultivares cada vez más eficientes en términos productivos y volviéndose una poderosa herramienta para el problema ambiental que cada vez se vuelve más palpable.

El tema de introducción de cultivos genéticamente modificados en El Salvador comenzó en el año 2008, y abruptamente detenido en el año 2009, por un silencio administrativo, lo cual llevó a una indiferencia y falta de interés en introducir esta posible tecnología, que hasta la fecha, sigue siendo una realidad nacional de indiferencia, y hasta cierto grado, rechazo de la implementación de cultivos genéticamente modificados, causado por un pensamiento basado en ideologías que desconoce el verdadero funcionamiento de estas tecnologías así como las ventajas de las mismas y la falta de profesionales en biotecnología que puedan fomentar su implementación.

Por lo tanto, la presente investigación se asocia a la introducción de estos organismos

genéticamente en El Salvador, donde por medio de consultas específicas con un grupo objetivo de trabajo y una investigación bibliográfica se buscó presentar datos objetivos y basados en ciencia, que demuestran los verdaderos cambios que involucra al país la introducción de esta tecnología.

Es importante mencionar que la introducción de una nueva tecnología es un tema multidimensional y complejo, por lo que para analizar los impactos que se asocian a la introducción de cultivos genéticamente modificados en El Salvador se focalizó en el impacto socioeconómico, ambiental y político. Fundamentalmente en términos socioeconómicos, se esperaría un incremento productivo, por lo tanto, una reducción en importación de materia prima, así como también la apertura a nuevos mercados escasamente explorados en el país, como impacto ambiental no se encuentra diferencia con la producción de cultivos no genéticamente modificados, a excepción de una menor utilización de agroquímicos. Finalmente, en el sector político se tiene un desentendimiento del tema y de los posibles beneficiarios que existirían en la introducción de esta tecnología.

Materiales y métodos

La investigación es de carácter descriptiva-exploratoria, al tratarse de una monografía el enfoque principal es de tipo bibliográfico, sin embargo, se llevaron a cabo entrevistas específicas con un grupo objetivo de trabajo, donde se buscaba conocer la perspectiva sobre el tema de investigación de distintos expertos en la temática.

Dentro de las personas entrevistadas se tuvieron a:

- M.Sc. Diego Maximiliano Macall. Secretario General del ICABR.
- M.Sc. Alejandro Hernández Soto. Especialista en Biotecnología de Croplife Latín América.
- Ph.D. Mario Ernesto Parada Jaco. Gerente de Investigación CENTA.

Se llevaron a cabo reuniones en modalidad virtual a través de la plataforma Microsoft Teams con cada uno de los entrevistados, totalizando tres sesiones de trabajo bajo un enfoque de entrevista dirigida, donde se buscaba conocer sus perspectivas y puntos de vista sobre los impactos asociados con la introducción de cultivos genéticamente modificados en El Salvador con base en sus conocimientos y experiencias en la temática.

Todas las entrevistas fueron grabadas para posteriormente ser analizadas, deconstruidas y discutidas a más detalle en los capítulos siguientes.

Resultados

Resultados de lo consultado con M.Sc. Diego Maximiliano Macall

Cambio climático nacional

Según el estudio del consorcio CGIAR (Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional) en su programa de investigación sobre cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria, el cambio climático es una realidad que tendrá un impacto significativo en el futuro de la producción agrícola de El Salvador en el año 2030, por lo tanto, es indispensable reconocer y tomar acción en cuanto a las necesidades prioritarias para lograr adaptarse a las condiciones adversas que se presenten (CGIAR, 2014).

Estado actual de la producción de granos:

Paquete agrícola

En el periodo de gestión presidencial de Mauricio Funes (1 de junio de 2009 – 1 de junio de 2014), se implementó el Plan de Agricultura Familiar con el propósito de beneficiar a la población rural del país que depende económicamente del cultivo de granos básicos, programa gestionado logísticamente por la Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA) y con apoyo del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA) para el tratamiento de semillas.

Según el portal de transparencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2022) en su informe: “Subsidio Entrega Paquete Agrícola Semilla De Maíz y Fertilizante a abril a junio 2021 a Agricultores de Subsistencia”, el programa beneficiaba a 400,000 productores de subsistencia previamente empadronados, seleccionados en base a requisitos establecidos, financiado con un monto de \$36.5 millones destinados a incentivar el crecimiento de la producción de maíz y frijol. El paquete agrícola de maíz estaba compuesto por los siguientes insumos: 22 libras de semilla certificada de maíz H-59 y fertilizante granulado 16-20-0.

Para el año 2022, en el nuevo periodo presidencial, con la Reforma a la Ley de Presupuesto 2022, se cuenta con \$13.5 millones más, destinados a la producción nacional, lo que se traduce a un total de \$50 millones, beneficiando a 600,000 productores de subsistencia, este nuevo programa se creó con la visión de lograr una cosecha más grande e

histórica que propicie la pauta hacia la seguridad alimentaria del país, este nuevo paquete agrícola incluye además de las 22 libras de maíz y el fertilizante 16-20-0, un tratador de semillas y abono foliar.

Rendimiento de producción de Maíz

(Variedades homólogas convencionales, híbridos y tecnología recomendada)

El comportamiento de las variedades modificadas genéticamente en cuanto a rendimiento es muy superior según el estudio de CENTA sobre la evaluación de híbridos, la tecnología recomendada y el testigo H59, en todas las localidades donde se realizó una evaluación experimental se observó que a pesar que los rendimientos del H-59 están por arriba de las 8.9 t/ha, los demás híbridos superan ese rendimiento, esto se asocia directamente a la composición genética de la planta puesto que la nueva tecnología incorpora el gen resistente a plagas, mientras que las otras variedades deben realizar un mayor esfuerzo ante estas amenazas biológicas.

Desinformación:

La desinformación es una de las principales razones por las cuales la implementación de los cultivos genéticamente modificados ocasiona rechazo o aceptación por parte de la sociedad, es importante reconocer que además de realizar estudios e investigaciones sobre estos cultivos, también se debe dar a conocer sobre los beneficios a través de una comunicación efectiva que incluya a los agricultores y a la sociedad en general dado que, en este nicho, se encuentran los eventuales y potenciales usuarios y consumidores.

En el caso de los cultivos genéticamente modificados, al considerarse un tema que genera polémica, se ha dado lugar a que diferentes grupos especialmente grupos ambientalistas, activistas políticos y sociólogos rurales, entre otros, hayan tomado los espacios para comunicar información sobre estos cultivos que no es verídica.

Resultados de lo consultado con M.Sc. Alejandro Hernández Soto

Caso de éxito de siembra de OGM en Honduras

Como primer punto se dio a conocer el caso de éxito que se ha tenido en Honduras con la introducción de maíz genéticamente modificado, teniendo su importancia en la similitud que tienen Honduras y El Salvador en cuestión de tamaño y forma de producción. Dentro de los aspectos positivos que tuvo esta introducción, se tiene lo siguiente: un incremento en producción de maíz en comparación con su híbrido convencional de un promedio del 50%, si bien el precio de la semilla es más elevado, este incremento productivo justifica la inversión, por otra parte, productores justifican que el manejo agronómico es similar entre híbridos genéticamente modificados e híbridos convencionales. En términos de utilización de pesticidas, se observó una reducción de utilización de pesticidas, teniendo, desde el punto de vista de los productores, un impacto positivo a la salud y el medio ambiente. Sin embargo, dentro de las limitantes de la implementación de estas tecnologías, existe una falta de servicio de extensión público encargado de instruir a los productores de maíz, así como también la falta de posibles créditos y ayudas económicas para que la in-

versión de esta tecnología sea más aceptada por los productores (Macall et al., 2020).

Impacto de una posible introducción de maíz forrajero, algodón y frijol genéticamente modificado

Posterior a esto se mencionó un posible impacto de la introducción de algodón genéticamente modificado en el mercado agroindustrial de El Salvador, se sabe que la exportación del algodón fue relevante económicamente en la industria salvadoreña, particularmente en el año 1963, donde llegó un 24.6 de la contribución de las exportaciones totales, sin embargo esta relevancia económica se vio reducida principalmente por el problema de plagas que existían, dentro de los más relevantes existen: el picudo (*Anthonomus grandis*), el gusano de Alabama (*Alabama arguillacea*), el gusano bellotero (*Heliothis zea*) y el áfido (*Aphis Gassypii*), lo que llevaba a la utilización de pesticidas, reduciendo así el margen de ganancia a los agricultores.

Con base en esta problemática de exceso de utilización de pesticida para el control de plagas nace la utilización de algodón genéticamente modificado, particularmente el algodón BT, que busca la resistencia a diferentes tipos de insectos por la presencia de las proteínas Cry, teniendo a Estados Unidos, Australia y México que comenzaron sus siembras comerciales en 1996, seguidos por Argentina, China y Sudáfrica, volviéndose así una alternativa funcional a pequeños agricultores que sufren un exceso de plagas en cultivos de algodón (Silva, 2009).

Como punto adicional el entrevistado hizo referencia a una variedad de frijol gené-

ticamente modificado con una resistencia al virus del mosaico dorado, como menciona López-Munguía, A. Siendo una variedad desarrollada y producida por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA por su acrónimo en portugués) como un ente estatal, ha tenido la ventaja de evitar pérdidas de hasta 300,000 toneladas al año, representando casi el 100% de la cosecha para algunos productores.

Como mencionaba el entrevistado, otro posible mercado donde los OGM podrían ayudar es el sector lechero del país, donde hace referencia a las variedades utilizadas para ensilaje, los cuales presentan la ventaja de no coincidir con las etapas de polinización en las mayorías de variedades nativas, siendo este uno de los principales riesgos ambientales que presentan los OGM, al poder existir flujos génicos, presentando así un posible mercado de interés que estaría pendiente a un mayor análisis para su posible introducción.

Perspectiva de impacto de posible introducción de cultivos editados genéticamente

Finalmente, la entrevista tocó como último punto una perspectiva de lo que podrían traer la edición de genes por técnicas como CRISPR/CAS9 (Repeticiones palindrómicas cortas, agrupadas y regularmente interespaciada), haciendo énfasis en que El Salvador no debe dejar ir la oportunidad de poder involucrarse con tecnologías como estas, principalmente en la edición genética de cultivos tradicionales, como sería el loroco, buscando una mejor producción que tenga aplicación a mercados extranjeros.

Existe una verdadera oportunidad de desarrollo en términos de implementación y utilización de cultivos editados genéticamente, instituciones en Latinoamérica como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en México, el Centro Internacional de Agricultura Tropical en Colombia y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina, están trabajando en el desarrollo de una gran variedad de cultivos con atributos que previamente no se habían explorado.

Resultados de lo consultado con el Ph.D. Mario Ernesto Parada Jaco

Diferencia de producción entre materiales convencionales y OGM.

En el informe de investigación experimental que presentó el CENTA, explicado anteriormente en el contexto legal sobre los cultivos biotecnológicos y mencionado por el Dr. Parada Jaco se presentan los resultados obtenidos de la producción de maíz de los materiales utilizados. Al comparar los rendimientos de producción en las estaciones experimentales con base en el umbral económico se observó un 25% de incremento en el rendimiento del cultivo en las variedades genéticamente modificadas en relación con su homólogo convencional, mismo que se entrega en los paquetes agrícolas y conocido como H59. Los rendimientos fueron comparados en toneladas por hectárea (t/ha), el maíz H59 alcanza una productividad que varía entre 50 y 60 quintales por manzana, mientras que con los cultivos biotecnológicos se obtendrían rendimientos hasta de 87 quintales por manzana.

Análisis económico entre materiales convencionales y OGM.

Se presenta una tabla comparativa de costos en la que se incluye el control de insectos plagas y maleza, rendimientos y ganancias que podría obtener un agricultor al implementar este cultivo biotecnológico con los tratamientos sugeridos aplicados durante la investigación.

En el cuadro siguiente se puede observar información sobre los híbridos utilizados, como DK 234-YGRR maíz de la compañía Monsanto, H-59 maíz desarrollado por CENTA y la DIFF que hace referencia a la comparación final de los aspectos evaluados.

Al realizar la comparación de las variedades en estudio genéticamente modificadas con las variedades homólogas convencionales se observó una diferencia significativa para el análisis económico.

Tabla 1: Comparación de costos, control fitosanitario, ganancias y pérdidas del agricultor.

Híbrido	Manejo Recomendado Por la Tecnología				
	Total Costos Variables	Control Insectos	Control Malezas	Rto T/Ha	Renta \$
DK 234 YGRR	53.42	0.00	53.42	11.27	3716.74
H-59	226.68	100.45	126.23	9.59	3160.33
DIFF	173.26	100.45	72.81	1.69	556.41
Manejo Tradicional del Agricultor					
DK 234 YGRR	226.91	100.56	126.36	10.79	3557.11
H-59	226.91	100.56	126.36	10.63	3501.76
DIFF	0.00	0.00	0.00	0.16	54.53
Testigo sin Aplicación de Insecticida					
DK 234 YGRR	171.60	0.00	171.60	11.19	3689.84
H-59	171.60	0.00	171.60	8.96	2953.05
DIFF	0.00	0.00	0.00	2.23	736.79

Nota. Evaluación de la eficacia de híbridos de maíz con la tecnología Yieldgard y Roundup en El Salvador (CENTA, 2009, p. 42)

Se observó que en las 3 estaciones experimentales se obtuvieron resultados distintos y que las variedades genéticamente modificadas presentaron una apreciable disminución de inversión económica para el manejo y desarrollo productivo.

Manejo agronómico entre materiales convencionales y OGMs.

Con respecto al manejo agronómico del cultivo, el entrevistado menciona que los cultivos biotecnológicos, al contener el evento en su composición genética que le infiere las características de resistencia ante las plagas que ocasionan mayor daño a su homólogo convencional, requieren menos aplicaciones de insecticidas, con lo cual existe una ventaja económica en función a la mano de obra empleada en el manejo del cultivo.

Por otro lado, una observación importante que el entrevistado realizó fue en cuanto a la relación entre las características edafológicas de las zonas experimentales y los cultivos, tanto materiales convencionales como OGM, no hubo diferencia significativa en referencia al desarrollo del cultivo.

Discusión

Impacto Socioeconómico

En el caso de El Salvador, la agricultura ha sido la base de subsistencia de las familias, especialmente mediante la siembra de maíz híbrido, siendo esta la principal fuente de ingreso para los agricultores salvadoreños. Diego Maximiliano Macall comenta que “para el 2014, 300,000 familias estaban involucradas con la producción de maíz en El Salvador” por otro lado, también mencio-

na que “el 91% de productores en El Salvador utiliza un híbrido y es característico de El Salvador”, menciona que el agricultor se debe de estar abasteciendo anualmente con materia prima, en este caso con el paquete agrícola, para garantizar su subsistencia. Si bien es cierto, la semilla proporcionada en el paquete tiene sus beneficios, también tiene sus limitaciones, como, por ejemplo, los efectos adversos del cambio climático. El cambio climático es un factor que ha impactado fuertemente la economía de las familias agricultoras, ya que los fenómenos climáticos han causado graves pérdidas en la producción de granos básicos, lo que ha dificultado abordar problemas como la crisis alimentaria que vive El Salvador. Diego Maximiliano Macall comentó en la entrevista que “como somos un país pequeño y somos más gente nosotros sí necesitamos híbridos pues no hay otra manera de alimentarnos, aun con la cantidad de adopción de híbridos en El Salvador, ahora con el cambio climático, cada vez nos alimentamos menos”.

Lo antes mencionado por el entrevistado, entabla una relación con lo descrito en el artículo redactado por Orellana (2019) donde informa que, las sequías y lluvias prolongadas, o bien la presencia de plagas, son factores que han golpeado gravemente el sector agrícola del país. Las sequías son uno de los principales factores causantes de pérdidas en granos básicos, haciendo énfasis en la región del corredor seco centroamericano, de la cual El Salvador es parte y por tanto presenta una vulnerabilidad alta a sufrir sequías fuertes y prolongadas. En dicho artículo, se presentan las pérdidas de maíz correspondientes a los periodos entre 2014 a 2019. Dicho cultivo fue el que presentó mayores pérdidas en

comparación a otros cultivos de interés agrícola, reportando mayores pérdidas específicamente en los periodos correspondientes a 2014-2015, 2015-2016 y 2018-2019, con cantidades de 8.2 millones, 11.6 millones y 6.4 millones de quintales perdidos respectivamente, contabilizando un total de 26.2 millones de quintales en 3 periodos.

Asimismo, Guzmán (2022) en su artículo, hace hincapié sobre la problemática que significa el cambio climático para El Salvador. En dicho artículo, Luis Treminio, presidente de la Asociación Cámara Salvadoreña de Pequeños y Medianos Productores Agropecuarios (CAMPO), menciona que “el cambio climático es una realidad y se debe trabajar en base a ello, (se deben) buscar alternativas más resistentes a los cambios del clima, para minimizar los posibles efectos, trabajar en investigación de semillas más resistentes, entre otros”. Por otra parte, el ministro interino de Agricultura, Enrique Parada Rivas, asegura que con la entrega de 600,000 paquetes agrícolas, se está previendo la seguridad alimentaria. Sin embargo, Treminio señala que la entrega de los paquetes agrícolas es una “forma errada de abordar el problema de la crisis alimentaria, porque no se resolverán dando paquetes agrícolas, al contrario, ahora serán 600,000 productores que necesitan abonos, no podrán aplicar suficiente fertilización y bajará la producción”, esto último refiriéndose a otro problema que enfrentan los productores salvadoreños; el alto costo de los fertilizantes. El entrevistado también comentó que las consecuencias de los conflictos bélicos entre naciones que son potencias mundiales, y de las cuales El Salvador depende, afectan la producción de granos básicos, debido a que el precio de los

insumos agrícolas se eleva significativamente, aumentando el precio de producción por manzana de maíz. El entrevistado mencionó que “(se sigue) ocupando las mismas tecnologías (refiriéndose al híbrido), y la gente pues, esperando y rogándole a Dios que el invierno sea apropiado porque si no se va a aguantar hambre”.

Impacto Político

El escenario político es un factor muy importante a tener en cuenta en casos como la introducción de una nueva tecnología, dicho escenario es un pilar vital en la toma de decisiones que pueden ralentizar o acelerar la adopción e implementación de novedosas tecnologías como pueden ser los OGM, como mencionaba Ph.D. Mario Ernesto Parada Jaco: “Yo antes de esto, siento que estas leyes, más que permitirnos tener una precaución están deteniendo estas tecnologías (refiriéndose a los OGMs), ningún productor va a llegar con su solicitud y le va a decir al Ministerio de Medio Ambiente tenemos ciento ochenta días hábiles contestarle si si o no llegar a hacer un estudio de impacto ambiental”.

Un caso que se puede mencionar de manera comparativa puede ser la situación regulatoria de Chile, siendo un país clave para la exportación de semillas OGM hacia el hemisferio norte del continente americano, tienen una normativa que facilita y a la vez fomenta la producción de semillas transgénicas en un ambiente seguro y aislado, con evaluaciones caso a caso, en una normativa elaborada y modificada desde el año 1992. A su vez en términos de producción agrícola cada propuesta debe de ser sometida a una evaluación de impacto ambiental (ChileBio, 2015).

Es evidente por lo tanto la necesidad de una renovación al marco legal para la introducción de OGM, uno que no sea un obstáculo y que vele por una introducción informada, basada en ciencia y carente de sesgos ideológicos, siendo este último uno de los principales factores taxativos al momento de introducir OGMs en el país, como mencionaba Ph.D Mario Ernesto Parada Jaco: “A veces sentía que al trabajar con OGMs se trabajaban con monstruos, así lo miraba el Ministerio de Medio Ambiente en ese tiempo, de hecho cuando empezábamos a tocar las mazorcas con las manos desnudas, venían y decían que nos íbamos a morir, porque estamos tocando un material completamente malo.” Si no existe un conocimiento certero y objetivo en el sector político de estas tecnologías, las leyes sirven para retrasar estas introducciones más que para asegurar una introducción segura.

Por otra parte, mencionaba M.Sc Diego Maximiliano Macall, en términos de impacto político: “Política entiendo yo, como beneficio como grupo o como individual y cuales son mis intereses, como familia que depende del maíz (...) si yo adopto maíz transgénico, mi tope sería el 91 % de personas, el otro 9 % no participa en el mercado, los cuales obtienen su beneficio en menos horas trabajando, menos aplicación de pesticida, siendo un tema multidimensional.”

Impacto Ambiental

El principal impacto ambiental que generalmente se tiene en cuenta en la introducción de OGMs es el de problema de flujo de genes, en particular, de especies con genes foráneos a especies nativas, con una combinación genética que se busca ser preservada

y estudiada a fondo sin ninguna contaminación genética, como mencionaba M.Sc. Alejandro Hernández Soto: “Si hay discusión en maíz, por el tema de flujo de genes, que es, digamos el argumento de batalla de la gente que se opone a esto”, sin embargo, él también acotó: “El maíz para ensilaje no llega a floración, y ahí tienes una solución, que responde a un mercado local que es de leche, normalmente los maíces criollitos (haciendo referencia a las variedades nativas) su ventana de polinización no coincide con los momentos de siembra de maíces comerciales”. Si bien el flujo de genes es un problema ambiental que puede tener impacto en la introducción de OGM, estas problemáticas se tienen previstas y están propensas a evaluaciones y análisis de riesgo que buscan minimizar lo máximo posible las consecuencias, no existe hasta la fecha casos relevantes de un flujo de genes, donde se confieran genes foráneos a especies nativas, o en el peor de los casos a malezas que adquieran resistencia a herbicidas, todos estos son riesgos que se toman en cuenta cuando se elabora un estudio de impacto ambiental, por lo tanto, se busca minimizar la posibilidad que casos como estos se presenten (GreenFacts, 2004).

Reconocimientos:

Agradecemos inmensamente a nuestro asesor de contenido MPhil. Jeremías Ezequiel Yanes, por su orientación y motivación a lo largo de la realización de nuestro trabajo de investigación, con una actitud proactiva, amable y dedicada a nuestra formación como futuros profesionales.

De la misma forma extendemos nuestro reconocimiento a M.Sc. Diego Maximiliano Macall, M.Sc. Alejandro Hernández Soto y el Ph.D Mario Ernesto Parada Jaco por brindarnos su tiempo y conocimientos para la elaboración de este presente trabajo de investigación.

Referencias

- CASTILLO GUARDADO, Sofía Beatriz; RODRÍGUEZ BENÍTEZ, Jorge Alberto y SANTOS-MARTÍNEZ, Brenda Alicia. 2022. *Análisis de los potenciales impactos asociados a la introducción de cultivos genéticamente modificados en El Salvador* [Tesis de pregrado de Ingeniería en Agrobiotecnología]. Universidad Dr. José Matías Delgado. Antiguo Cuscatlán, El Salvador.
- CHILEBIO. 2015. *Transgénicos y Controversia* [en línea]. [Consulta: 10 de junio 2022]. Disponible en: <https://www.chilebio.cl/controversia-transgenicos/>.
- CHILEBIO. 2015. *Los 10 hechos más importantes de los cultivos transgénicos en el 2014*. [en línea]. [Consulta: 10 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.chilebio.cl/2015/02/13/los-10-hechos-mas-importantes-de-los-cultivos-transgenicos-en-el-2014/>
- GREENFACTS. 2004. *¿Qué efectos podrían tener los cultivos transgénicos sobre el medio ambiente?* [en línea]. [Consulta: 23 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/omg/3-cultivos-modificados-geneticamente/5-flujo-genes.htm#:~:text=Los%20cultivos%20transg%C3%A9nicos%20pueden%20producir,y%20otros%20efectos%20no%20intencionales>
- GUZMAN, Jessica. 19 de mayo del 2022. Lluvias por La Niña amenazan producción de granos básicos. En: *Elsalvador.com* [En línea]. [en línea]. [Consulta: 23 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.elsalvador.com/noticias/negocios/danos-en-los-cultivos-lluvia-lluvias-torrencales/957494/2022/>
- MACALL, Diego, TRABANINO, Carlos, SOTO, Alejandro y SMYTH, Stuart. 2020. Genetically modified maize impacts in Honduras: production and social issues. *Transgenic research*. En: *Transgenic Research* [en línea], **29**, pp. 575–586 [Consulta: 19 de junio de 2022]. ISSN 0962-8819. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11248-020-00221-y>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2022. El Salvador suma esfuerzos por la seguridad alimentaria con 600,000 paquetes agrícolas que entrega a productores En: *Presidencia.gob.sv* [en línea]. [Consulta: 30 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.presidencia.gob.sv/el-salvador-suma-esfuerzos-por-la-seguridad-alimentaria-con-600000-paquetes-agricolas-que-entrega-a-productores/>
- ORELLANA, Javier. 2019. Pérdidas en granos básicos en El Salvador superaron \$607.7 millones entre 2014-2019. En: *El Economista*. [en línea]. [Consulta: 27 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.economista.net/economia/Perdidas-en-granos-basicos-en-El-Salvador-superaron-607.7-millones-entre-2014-2019-20190923-0012.html>
- SILVA CASTRO, Carlos Arturo. 2009. Algodón genéticamente modificado. En: *Repositorio Agrosavia* [en línea] [Consulta: 21 de junio de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18672>