CÁTEDRA
en Economía y Gestión de la Innovación

Universidad Autónoma de Madrid | accenture

Working Paper # 2019/36

IMPORTANCIA DEL PROCESO DE DIFUSIÓN DE LA INNOVACIÓN EN EL ÉXITO DE LOS CULTIVOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE[1]

Lucía del Pozo Jiménez[2]

UAM-Accenture Working Papers

ISSN: 2172-8143

Edited by: UAM-Accenture Chair on the Economics and Management of Innovation, Autonomous University of Madrid, Faculty of Economics

Editado por: Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación

E-mail: catedra.uam-accenture@uam.es

URL: https://www.catedrauamaccenture.com/uam-accenture-working-papers/

[1] Este documento ha sido elaborado sobre la metodología, resultados y conclusiones de la Tesina para la obtención del grado de Master Universitario en Economía y Gestión de la Innovación. Dirigido por el Prof. José Guimón de Ros. Septiembre, 2019

[2] Correo de contacto: lucia.delpozo.jimenez@alumnos.upm.es

IMPORTANCIA DEL PROCESO DE DIFUSIÓN DE LA INNOVACIÓN EN EL ÉXITO DE LOS CULTIVOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE

Lucía del Pozo Jiménez

Universidad Politécnica de Madrid

lucia.delpozo.jimenez@alumnos.upm.es

Este documento ha sido presentado en septiembre de 2019 como Trabajo de Fin de Máster para la obtención del Título de Máster en Economía y Gestión de la Innovación, bajo la dirección del profesor José Guimón de la Universidad Autónoma de Madrid.

RESUMEN

Este trabajo analiza la importancia del proceso de difusión de la innovación en el éxito de los cultivos modificados genéticamente (MG). El punto de partida es el estado actual de la nutrición en el mundo, siendo el hambre y la inseguridad alimentaria los dos problemas alimentarios principales. Los cultivos MG se presentan como una posible solución innovadora para reducir la prevalencia de estos problemas especialmente en Asia, que es la región más afectada, y para alcanzar los Objetivos para el Desarrollo Sostenible de la ONU.

Debido a que el potencial de los cultivos MG para mejorar el estado de la alimentación está condicionado a su aceptación en los países, las preguntas de investigación que se plantean son: (1) ¿Cuáles son los factores que condicionan la difusión de los cultivos MG? (2) ¿Cuál es la importancia relativa de cada uno de esos factores para lograr una mayor aceptación social, aprobación y comercialización de estos cultivos MG?

Para abordar estas preguntas, en primer lugar, se elabora un marco analítico integrado sobre los factores de difusión de la innovación implicados en la aceptación social de los cultivos MG, entendiendo la aceptación social como condicionante del éxito de los mismos. El marco analítico se sustenta sobre una revisión de la literatura que recoge las teorías sobre las transiciones sociotécnicas y las teorías de difusión de la innovación.

En segundo lugar, se realiza un estudio de caso de un cultivo MG con potencial para paliar los problemas alimentarios en países de Asia Meridional, que es la subregión asiática con mayor número de personas afectadas por el hambre y la inseguridad alimentaria. La metodología seguida es el estudio comparativo de dos casos, que se apoyan en el marco teórico sobre la difusión de los cultivos MG para la recogida de información y la interpretación de los resultados. El objeto de estudio es la berenjena transgénica en India y Bangladesh. Los resultados del estudio de caso no son generalizables, pero esclarecen la importancia de cada factor del proceso de difusión en estos dos sistemas sociales concretos, sentando las bases para una agenda de investigación futura.

En tercer lugar, tras el análisis de los resultados se llega a la conclusión de que todos los factores de difusión de la innovación están relacionados al influir todos ellos en la tasa de adopción de la innovación y, por lo tanto, todos condicionan el éxito de los cultivos modificados. En el caso de los dos sistemas sociales estudiados la importancia relativa de cada factor varía. En Bangladesh son las características de la innovación y las acciones del gobierno los factores más importantes de éxito del proceso de difusión de la berenjena transgénica. En cambio, en India los factores de difusión que condicionan el rechazo de este cultivo son la influencia de las organizaciones anti transgénicos y su repercusión mediática, junto con la falta de apoyo institucional.

Por último, a partir de los resultados del estudio se formulan unas recomendaciones de políticas que podrían aplicarse para lograr tanto la aceptación, como la aprobación y posterior comercialización de los cultivos MG. Estas políticas son generales ya que el proceso de difusión de la innovación es dinámico y depende del sistema social en el que se desarrolle, por lo que deben ser contextualizadas. El fin último de las implicaciones de estas políticas es acelerar el proceso de difusión de los cultivos MG para contribuir a solucionar los problemas alimentarios mencionados.

Palabras clave: *proceso de difusión, innovación, cultivos modificados genéticamente, transición sociotécnica, inseguridad alimentaria, berenjena Bt, Bangladesh, India.*

Códigos UNESCO: 240902, 241715, 310301, 310309, 310311, 310701, 530602.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS……...1

1.1. Estado actual de la alimentación en el mundo……..1
1.2. Innovaciones biotecnológicas para solucionar los problemas alimentarios…….....2
1.3. Preguntas de investigación y objetivos...……..4
1.4. Justificación de la importancia de la investigación……..4

CAPÍTULO 2: MARCO ANALÍTICO……...5

2.1. La innovación y las transiciones sociotécnicas……5
2.2. Teoría de difusión de la innovación……..6

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA……11

3.1. Metodología de la investigación……11
3.2. Selección de los casos de estudio….……..12
3.3. Fuentes de información……...13

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN…….……..14

4.1. Teoría de difusión de la innovación aplicada a los cultivos MG……....14
4.2. Resultados del estudio de casos múltiples extremos……..18
4.2.1. Caso 1: Difusión de la berenjena Bt en Bangladesh……....19
4.2.2. Caso 2: Difusión de la berenjena Bt en India……22
4.2.3. Comparación de la difusión de la berenjena Bt en Bangladesh e India……25
4.3. Discusión de los resultados……26

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES……..…..……..31

5.1. Conclusiones y recomendaciones de políticas……31
5.2. Líneas futuras de investigación.....……33

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS……...……..34

APÉNDICE I: BASE DE DATOS E INFORMACIÓN……40
APÉNDICE II: ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS.....……46
APÉNDICE III: ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y CULTIVO DE BERENJENA EN BANGLADESH.....……...49
APÉNDICE IV: ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y CULTIVO DE BERENJENA EN INDIA…….……..52

ÍNDICE DE FIGURAS……54
ÍNDICE DE TABLAS……...55
ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS……...56

PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PRESUPUESTO……..58

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Estado actual de la alimentación en el mundo

Según estimaciones de la FAO[3], en el año 2018 un total de 704,3 millones de personas padecieron inseguridad alimentaria grave[4] y 821,6 millones de personas estaban en una situación de hambre, también denominada subalimentación crónica (FAO, 2019). Esta situación de crisis alimentaria se debe a un conjunto de causas políticas, económicas, sociales y agronómicas complejas e interrelacionadas que provocan una falta de disponibilidad de alimentos nutritivos o un poder adquisitivo insuficiente para acceder a ellos. Entre dichas causas se encuentran los conflictos, la pobreza, la urbanización y el clima (FAO, 2017a). En concreto, las condiciones meteorológicas, como la sequía o las catástrofes naturales, son especialmente importantes en la disponibilidad de comida, y son un problema que se verá potenciado en los próximos años por el cambio climático, que tendrá un impacto negativo en los rendimientos de la agricultura (FAO, 2017b). Además, a medio plazo se prevé que la población mundial aumente de los 7700 millones de personas en 2019 a 9772 millones para 2050, y que en el año 2100 se alcancen los 10900 millones de personas. Esto conllevará un aumento de entre el 50-60% de la producción de alimentos si se quiere alimentar a toda la población (United Nations, 2019). Por otra parte, este aumento de la población no será homogéneo si no que será mayor en el sur de Asia y en África subsahariana, que son las zonas con mayor número de afectados por el hambre y la inseguridad alimentaria (Figura 1; United Nations, 2019).

Como se muestra en la figura 1A, las regiones del mundo más afectadas por la subalimentación y la inseguridad alimentaria en el año 2018 fueron África y Asia, siendo Asia la región con mayor número absoluto de personas afectadas al ser la región más poblada (FAO, 2019). Si se observan los datos para las distintas subregiones de Asia que se recogen en la figura 1B, Asia meridional[5] es la subregión con mayor población subalimentada (FAO, 2019).

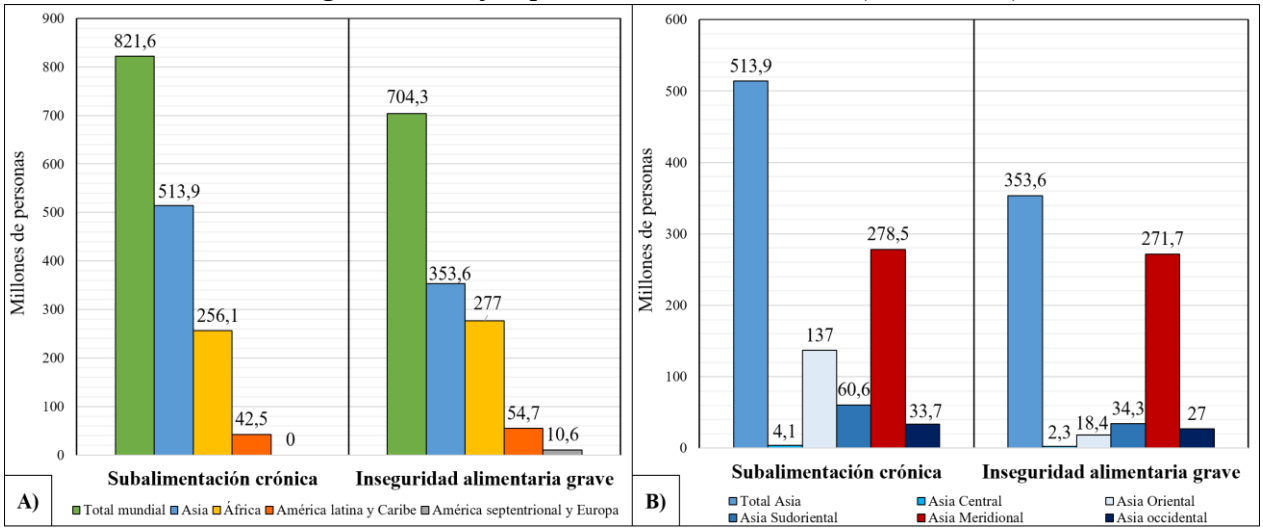


Figura 1. Representación del número de casos totales de subalimentación crónica e inseguridad alimentaria en el mundo (año 2018). A) Número de personas afectadas en las distintas regiones del mundo. "0" significa que no hay datos disponibles o son estadísticamente no significativos. Oceanía no se representa por falta de datos disponibles. **B)** Número de personas afectadas en las subregiones de Asia. *Elaboración propia. Fuente: FAO, 2019.*

---

[3] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

[4] Según la FAO (2019), la inseguridad alimentaria grave es la situación en la cual las personas se han quedado sin alimentos, sufren hambre o en casos extremos pasan días sin comer, poniendo en grave riesgo su salud y bienestar.

[5] Los países que se encuentran incluidos en Asia Meridional son: Afganistán, Bangladesh, Bhután, India, Irán, Maldivas, Nepal, Pakistán y Sri Lanka (FAO, 2019).

La consecuencia directa del hambre y la inseguridad alimentaria es la malnutrición[6] (Elia, 2017). Además, de los problemas asociados a la salud (disminución de la esperanza y calidad de vida de los individuos) (Phillips, 2016), la malnutrición supone costes económicos y sociales para los países. De hecho, se estima que la malnutrición cuesta a la economía mundial hasta el 5% del PIB global debido a la pérdida de productividad y a los costes de la atención sanitaria (FAO, 2017b). La malnutrición también perjudica al desarrollo económico porque limita la productividad y afecta a la acumulación del capital humano (Bailey et al., 2015; UNICEF, 2013; Wesseler & Zilberman, 2014).

Existen distintas soluciones en el sector alimentario y en el sector agrícola que tratan de mejorar el estado de la nutrición en el mundo, este trabajo se va a centrar en las soluciones proporcionadas por la biotecnología agroalimentaria.

1.2.Innovaciones biotecnológicas para solucionar los problemas alimentarios

La biotecnología agroalimentaria aporta soluciones para reducir la prevalencia de la malnutrición y la inseguridad alimentaria, pero debido a que las causas de estos problemas son complejas, *a priori* las innovaciones biotecnológicas no pueden erradicar totalmente estos problemas sin ir acompañadas de un cambio social y tecnológico. Para que estas innovaciones alcancen todo su potencial deben ser implementadas adaptándose a las características y necesidades de cada región o país, siendo necesario un cambio adicional de las políticas regulatorias y económicas (Beddington, 2010).

Frente a los problemas alimentarios la biotecnología agroalimentaria junto con la agricultura puede crear sistemas alimentarios sostenibles que proporcionen cantidades adecuadas de alimentos nutritivos, seguros y accesibles para toda la población (Kershen, 2010). Los cultivos modificados genéticamente (MG) son una posible solución a estos problemas. La primera generación de estos cultivos va dirigida a desarrollar variedades con mejores cualidades agronómicas, como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, mientras que la segunda generación está dirigida a mejorar las cualidades nutricionales de los cultivos (Kershen, 2010).

Durante los 22 años que los cultivos MG llevan sembrándose en el mundo se ha demostrado que presentan numerosas ventajas para los agricultores (McGloughlin, 2010) porque suelen ser más eficientes y rentables que sus homólogos convencionales (Philipis, 2016), y tienen mayores rendimientos (Aldemita & Hautea, 2018). Esto se debe a que los cultivos MG al ser resistentes a insectos y tolerantes a herbicidas, ahorran costes en productos fitosanitarios, usan menos recursos y conservan la biodiversidad (mitigando la deforestación y el cambio climático) (ISAAA, 2017; Qaim, 2010). Esto aumenta los ingresos de los agricultores y, al tener mayores rendimientos, aumenta la cantidad de alimento disponible. En países en desarrollo la agricultura es una base fundamental de la economía; por lo que, al aumentar los ingresos de este sector, se genera más empleo y aumenta el nivel adquisitivo de la población, reduciéndose la pobreza (Qaim, 2010), que es una de las causas socioeconómicas del hambre y la inseguridad alimentaria. Por lo tanto, la malnutrición disminuye porque hay más alimentos disponibles y accesibles para el consumidor, y si aumentan los ingresos se puede acceder a un mejor sistema de salud y mejorar la calidad de vida de las personas (ISAAA, 2017). Todo ello conllevaría un aumento del bienestar social, de la productividad y del crecimiento.

Existen estudios científicos que demuestran que los cultivos MG ofrecen numerosos beneficios para las personas y para el medioambiente (reducción de la contaminación y de las emisiones de gases de efecto invernadero) (ISAAA, 2018). Y por ende estos beneficios se trasladan a las

[6] El término malnutrición engloba la desnutrición aguda y crónica, las deficiencias de micronutrientes, el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación (WHO, 2018).

regiones donde se siembran. Sin embargo, su impacto para reducir la pobreza, la inseguridad alimentaria y la malnutrición se ha puesto en entredicho (Qaim, 2010). Esto se debe a que el impacto de las innovaciones biotecnológicas en temas de alimentación depende de la aceptación social de los cultivos y los organismos MG, así como de las condiciones agronómicas, institucionales, la regulación y los derechos de propiedad intelectual (ISAAA, 2018). El potencial de los cultivos MG se ha visto reducido por la incertidumbre sobre sus riesgos a largo plazo sobre la salud humana (la toxicidad y la capacidad alergénica) y los peligros ambientales (como la pérdida de la complejidad genética de los ecosistemas) (Tsatsakis et al., 2017).

Según los últimos datos disponibles publicados por el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológica (por sus siglas en inglés, ISAAA), en 2017 más de 18 millones de agricultores, de los cuales entorno al 90% eran agricultores a pequeña escala o pobres, plantaron cultivos MG, distribuidos en más de 24 países (ISAAA, 2017). En 2019, esta cifra aumentó hasta los 46 países que tienen aprobados algún tipo de organismo modificado genéticamente (OMG) para cultivo en el país o para importarlo (ISAAA, 2019). Como se muestra en la figura 2, los países en desarrollo superan en área cultivada con cultivos MG a los países desarrollados. De hecho, de los 24 países que poseían plantaciones de cultivos MG, 19 eran países en desarrollo (ISAAA, 2017).

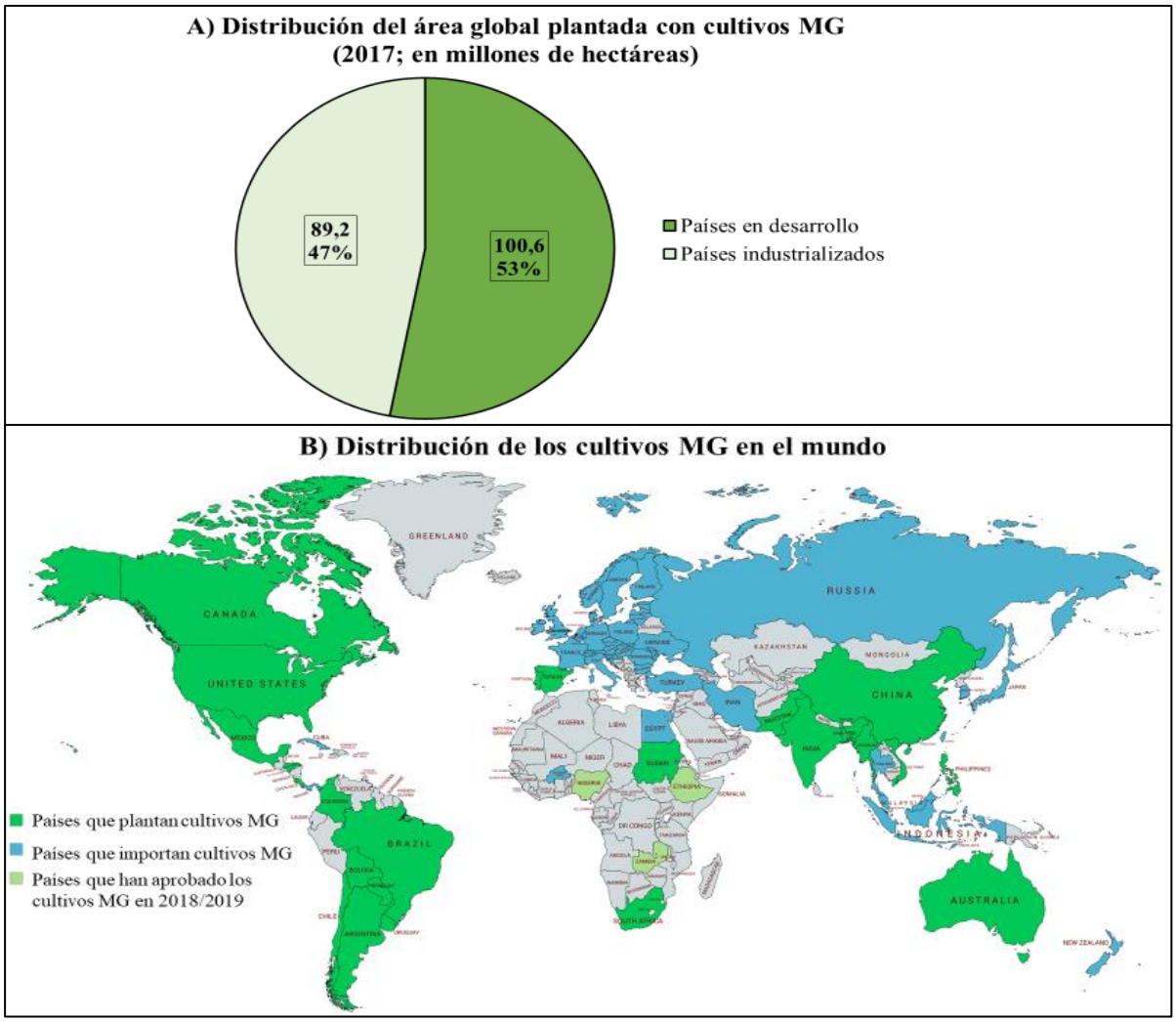


Figura 2. Distribución de los cultivos MG en el mundo. A) Distribución del área global de cultivos MG (en millones de hectáreas) entre países en desarrollo y países industrializados (año 2017). **B)** Distribución global de los países que cultivan y/o importan cultivos MG (año 2017). *Elaboración propia. Fuente: ISAAA, 2017.*

1.3. Preguntas de investigación y objetivos

En base a la situación alimentaria actual y al potencial de las innovaciones en el área de la biotecnología para contribuir a su resolución y, en concreto, al potencial de los cultivos MG, las preguntas de investigación que se abordan en este trabajo de investigación son las siguientes:

(1) ¿Cuáles son los factores que condicionan la difusión de los cultivos MG?

(2) ¿Cuál es la importancia relativa de cada uno de esos factores para lograr una mayor aceptación social, aprobación y comercialización de estos cultivos MG?

Para abordar estas preguntas, en primer lugar, se elabora un marco analítico integrado sobre los factores de difusión de la innovación implicados en la aceptación social de los cultivos MG. En segundo lugar, se realiza un estudio de caso de un cultivo MG con potencial para disminuir la malnutrición en países de Asia Meridional, que es la región con mayor número de personas afectadas por el hambre y la inseguridad alimentaria. Se busca analizar mediante el marco analítico creado y la teoría de difusión de la innovación los factores implicados en la aceptación y aprobación de los cultivos MG. Este estudio aspira a plantear unas recomendaciones de políticas y estrategias que promuevan la aceptación de los cultivos MG en países en desarrollo de Asia Meridional, y permitan acelerar así el proceso de difusión de la innovación para contribuir a solucionar los problemas alimentarios.

1.4. Justificación de la importancia de la investigación

La crisis alimentaria es un problema mundial, particularmente en los países asiáticos, y se necesitan innovaciones que permitan solucionar este problema para mejorar la calidad de vida de las personas. Esto requiere transformar el régimen socioeconómico y tecnológico para hacer frente a esta situación. En particular, podría ser positivo que se aceptaran socialmente los cultivos MG que, como se ha explicado en el punto anterior tienen mayores rendimientos y mejores características nutricionales asegurando al mismo tiempo la sostenibilidad ambiental. Para conseguir el potencial de estos cultivos se deben formular políticas para su correcto desarrollo y difusión, reduciendo los posibles riesgos para la salud humana y la biodiversidad.

La importancia de esta investigación es evidente ya que entre los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se encuentra el ODS N.º 2, cuya meta es asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente, y eliminar todas las formas de malnutrición (FAO, 2018). Este objetivo también se relaciona con el ODS N.º 3 (garantizar una vida sana), ODS N.º 1 (poner fin a la pobreza), el ODS N.º 8 (promover el crecimiento económico) y el ODS N.º 10 (reducir las desigualdades) (United Nations, 2018). Es decir, en el contexto actual se deben solucionar los problemas alimentarios de forma sostenible, creando valor añadido para aumentar el nivel de ingresos y eliminar la pobreza, pero procurando un desarrollo económico inclusivo que mejore la calidad de vida de los individuos. Sin embargo, no basta con las modalidades de desarrollo usadas hasta el momento, sino que se necesitan nuevas modalidades y proyectos innovadores para conseguir los ODS. En concreto, la innovación, junto con la ciencia y la tecnología, es fundamental especialmente para la consecución del ODS N.º 2 (UNCTAD, 2017). Los cultivos MG son una aproximación biotecnológica innovadora que puede ayudar a producir más alimentos para la población mundial en aumento, con menos recursos y menor impacto ambiental.

La literatura sobre el tema está muy dispersa en las distintas áreas de conocimiento y se necesita una investigación contextualizada que profundice en los factores que afectan al proceso de difusión de esta innovación, que sirva de base para otros estudios posteriores. Este trabajo pretende contribuir a esta agenda de investigación.

CAPÍTULO 2: MARCO ANALÍTICO

2.1.La innovación y las transiciones sociotécnicas

Algunos autores como Dosi (1982) usan el concepto de trayectorias o paradigmas tecnológicos para analizar el proceso de cambio tecnológico. El modelo de Dosi sigue la teoría de Kuhn (Kuhn, 1962), e incorpora la interacción entre los cambios continuos y las rupturas en el proceso de incorporación de nuevo conocimiento a trayectorias tecnológicas establecidas (Dosi, 1982). Las rupturas se asocian a la emergencia de un nuevo paradigma tecnológico que puede ser explicado por la interacción entre factores económicos, avances científicos, variables institucionales y problemas no resueltos de los paradigmas establecidos (Dosi, 1982). Esta idea es usada por otros autores para definir el cambio tecnológico como un proceso social complejo que involucra a factores técnicos, económicos, sociales e institucionales y las interacciones entre los mismos (Pérez, 2004).

Otros autores consideran que las rupturas o transiciones de un régimen tecnológico involucran cambios en el conocimiento y en la dimensión social, por ejemplo, en las prácticas de los usuarios de la tecnología y en la regulación institucional de la misma, y denominan a esas rupturas transiciones sociotécnicas (Hekkert et al., 2005; Smith et al., 2005; Verbong & Geels, 2010). Hay autores que hablan de transformación de regímenes sociotécnicos, y los definen como configuraciones relativamente estables de instituciones, técnicas, artefactos, normas, prácticas y redes que determinan el normal desarrollo y uso de las tecnologías (Smith et al., 2005). Smith (2005) defiende que las rupturas o cambios radicales de régimen suceden a través de un proceso complejo de eventos interrelacionados.

Estos autores que hablan de transiciones sociotécnicas dan importancia a los sistemas de innovación como determinantes del cambio tecnológico y consideran que el cambio tecnológico coevoluciona con los sistemas de innovación existentes (Hekkert et al., 2005). Además, tienen en cuenta el papel de los distintos actores, y estudian las transiciones considerando tres niveles: elementos materiales y técnicos, redes de actores y grupos sociales, reglas formales y cognitivas que guían las actividades de los actores (Verbong & Geels, 2010).

La idea central de la aproximación de los sistemas de innovación es que la innovación y la difusión de nuevas tecnológicas son un acto individual y colectivo (Lundvall, 1992). Desde esta perspectiva el sistema de innovación (SI) se puede definir como todas las estructuras institucionales y económicas que afectan a la rapidez y la dirección del cambio tecnológico en la sociedad (Edquist & Lundvall, 1993) o como una red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnológicas (Freeman, 1987). Es el carácter sistémico del cambio tecnológico el que explica por qué en ocasiones este proceso es lento y difícil de influenciar (Hekkert et al., 2005).

El cambio tecnológico es un proceso dinámico que requiere una transformación del sistema de innovación en el que tiene lugar, por eso Hekkert et al. (2005) proponen que el análisis del cambio tecnológico se debe centrar en el mapeo de las actividades interrelacionadas que tienen lugar en el sistema de innovación y resultan en dicho cambio, a estas actividades las denominan "funciones del SI", ya que el objetivo del SI es desarrollar, aplicar y difundir nuevo conocimiento (Hekkert et al. 2005). Las funciones propuestas por Hekkert et al. (2005) son: actividades emprendimiento, desarrollo de conocimiento, difusión de conocimiento a través de redes, guía en la búsqueda y formación de mercados, movilización de recursos y creación de legitimidad del cambio. Esta aproximación es útil para la formulación de políticas pues ayuda a identificar, comprender y comparar las actividades cruciales en un SI específico de tal forma que se pueda guiar las políticas para favorecer la difusión de la innovación en un sistema concreto y determinar la estrategia óptima para dirigir el cambio técnico (Hekkert et al., 2005).

Por otra parte, el impacto de las nuevas tecnologías depende de los procesos de contextualización, es decir, de la coevolución entre tecnología y sociedad, y de los actores que quieren influir en el cambio tecnológico para sus propios objetivos, ya sea el éxito en el mercado, las ventajas competitivas, la calidad de vida o la sostenibilidad (Rip & Schot, 2002). Es por las acciones y las interacciones entre estos actores que la tecnología evoluciona, se adapta y es adoptada (Rip & Schot, 2002). Pero este proceso puede ser muy prolongado en el tiempo (Pérez, 2004).

La adaptación de la tecnología pasa por distintos procesos como son el desarrollo de servicios asociados, la adaptación cultural y el establecimiento de facilitadores institucionales (Pérez, 2004). Esta adaptación del ambiente económico, cultural e institucional es un proceso activo, y moldea el desarrollo tecnológico pudiendo llegar hasta la resistencia a su difusión. En otras palabras, el ambiente social es un mecanismo de selección para la inclusión o el rechazo de innovaciones (Pérez, 2004). Por lo tanto, debido a estos mecanismos de rechazo el hecho de que una tecnología sea revolucionaria, no garantiza su adopción automática ni a escala global, y la difusión cobra especial importancia.

Entre los obstáculos principales de las transiciones sociotécnicas están la falta de externalidades adecuadas, ya que cada nuevo paradigma debe desarrollar retroalimentaciones y redes de infraestructuras. La razón es que los sistemas de innovación están adaptados al paradigma tecnológico vigente y se deben crear círculos virtuosos de adaptación del nuevo régimen (Pérez, 2004). También en la esfera institucional se deben dar una transición o proceso de "destrucción creativa" de Schumpeter. En añadido, es relevante entender que cuando una tecnología entra en un sistema con influencias poderosas como la historia o la cultura, estas moldean la forma en la que el sistema acepta o rechaza dicha tecnología (Pérez, 2004). En base a esto, algunos autores como Attewell consideran que es en última instancia la difusión de la innovación la que puede resultar o no en el cambio a un nuevo paradigma sociotecnológico (Attewell, 1992).

Por último, las últimas corrientes de pensamiento consideran que las transiciones socioeconómicas son necesarias para hacer frente de los grandes retos sociales, como la consecución de los ODS (Schot & Steinmueller, 2018; Kuhlmann & Rip, 2018). Estos autores consideran que los grandes retos, como la alimentación, deben lograrse mediante transformaciones a nivel de sistema. Es decir, esta visión de la innovación "transformadora" se basa en que la transición sociotécnica no consiste solo en desarrollar nuevas soluciones tecnológicas, sino que implica la coproducción entre los múltiples actores de un cambio social, conductual y tecnológico interrelacionados (Schot & Steinmueller, 2018).

2.2.Teoría de difusión de la innovación

La mayoría de las innovaciones se generan para solucionar problemas o necesidades percibidos con el objetivo de que los afectados por los mismos las adopten. Sin embargo, adoptar una nueva idea o una innovación es difícil, a pesar de que tenga ventajas que resulten obvias. Por otra parte, no se debe asumir que la adopción de todas las innovaciones es deseable porque en determinadas situaciones pueden tener efectos no deseados o perjudiciales para los individuos que las adopten, o para el sistema social[7] (Rogers, 2003). Por lo tanto, comprender los factores que llevan a la adopción de nuevas innovaciones o nuevas ideas es necesario para elegir las tecnologías de forma adecuada, diseñar las estrategias de difusión y asegurar que tienen el impacto deseado (Feder et al., 1985).

[7] Según Rogers (2003) se entiende por sistema social al conjunto de unidades interrelacionadas involucradas en solucionar conjuntamente un problema para conseguir un objetivo común.

La difusión, es según Rogers (2003), el proceso a través del cual la innovación es comunicada a través de ciertos canales a lo largo del tiempo a los miembros del sistema social. Debido a que la difusión es un tipo especial de comunicación en la cual los mensajes son nuevas ideas, esta novedad hace que haya un grado de incertidumbre en el proceso que puede ser reducida mediante la información. Otros autores consideran que la difusión de la innovación va más allá de la perspectiva individual de los individuos del sistema social y que hay que examinar también las estructuras institucionales y de mercado que transmiten las tecnologías a los usuarios (Attewell, 1992). Por otra parte, hay corrientes que estudian el proceso de difusión desde un punto de vista económico basado en los costes y beneficios de la innovación, reales o percibidos (Mansfield, 1968). Sin embargo, estas teorías han recibido críticas por no considerar las barreras y facilitadores no monetarios de la innovación (Attewell, 1992).

Desde la teoría de Rogers los elementos implicados en el proceso de difusión son la propia innovación, los canales a través de los cuales se comunica, el tiempo y los miembros del sistema social (Rogers, 2003). Otros autores consideran otros elementos como fundamentales en el proceso de difusión. Por ejemplo, Havelock (1971) propone tres elementos a estudiar para entender el proceso de difusión: el contenido del mensaje, los mecanismos de transmisión y transformación del mensaje, y los modelos de diseminación y utilización. Este autor en su teoría habla de cuatro niveles en los que se da el proceso de difusión que van más allá del sistema social, estos niveles son el nivel psíquico, interpersonal, del sistema social y entre varios sistemas (Havelock, 1971).

En los siguientes apartados se van a desarrollar los cuatro elementos que según Rogers (2003) determinan el proceso de difusión de la innovación. Cabe destacar que se ha tratado de estudiar qué elementos influyen en mayor medida en la adopción de la innovación y la contribución relativa de cada uno al proceso, pero los resultados varían (Aggey et al., 2015). La teoría de Rogers (2003) considera que son las características de la innovación explican hasta el 87% de la variación en la tasa de adopción de la innovación.

a) Características de la innovación

La innovación y las características que los individuos perciben de ella determinan su difusión. Las características de la innovación según Rogers (2003) son: (1) las ventajas relativas objetivas o subjetivas, (2) la compatibilidad con los valores o las necesidades existentes en el sistema social, (3) la complejidad de compresión de la idea o de uso de la tecnología, (4) el grado de la innovación para ser testada, (5) el grado en que los resultados de la innovación pueden ser observados, y (6) el grado en que la innovación puede ser cambiada o modificada, es decir, la capacidad para reinventarse. Otros autores distinguen un mayor número de atributos de la innovación, por ejemplo, la capacidad de penetración o el grado de exigencias requerido por la innovación (Zaltman & Lin, 1971).

b) Canales de comunicación

Respecto a los canales de comunicación se pueden distinguir dos tipos: (1) los medios de comunicación masivos y (2) los canales de comunicación interpersonales. La diferencia entre ambos es que los medios de comunicación masivos (prensa escrita, radio o televisión) son más efectivos y más rápidos para crear conocimiento sobre una innovación en una audiencia de adoptantes potenciales. En cambio, los canales interpersonales (uniones entre dos o más individuos homófilos[8] que suelen ser cara a cara) tienen mayor eficacia a la hora de crear y

[8] Según Rogers (2003) la homofilia se puede definir como el grado de similitud de una pareja de individuos que mantienen una comunicación. La similitud suele ser ciertos atributos de las personas como las creencias, el nivel de educación o el estatus socioeconómico.

cambiar actitudes sobre una idea, y para influenciar el proceso de adopción o de rechazo de la misma.

De hecho, a la hora de evaluar una innovación, los individuos no se basan en el conocimiento científico difundido por los medios, sino que valoran más la evaluación subjetiva de personas de su entorno que han adoptado la innovación y sirven como modelo (Rogers, 2003). Esta teoría ha sido respaldada por otros autores que consideran que a pesar de que los medios de comunicación u otros canales impersonales crean consciencia sobre una innovación, son las redes interpersonales entre los miembros del sistema social las que dominan en el proceso de difusión (Aggey et al., 2015).

c) Tiempo: fases del proceso de decisión de la innovación y tasa de adopción

El tiempo es una variable que está involucrada en el proceso de difusión a tres niveles que se detallan a continuación: en el proceso de decisión de la innovación, en el carácter innovador de un individuo y en la tasa de adopción de la innovación en el sistema social.

El proceso de decisión de la innovación es el proceso por el cual un individuo pasa de tener un primer conocimiento sobre la innovación a adoptarla o rechazarla. Este proceso tiene diferentes fases que son: (1) conocimiento, (2) persuasión, (3) decisión, (4) implementación y (5) confirmación. El modelo teórico del proceso de decisión se representa en la figura 3.

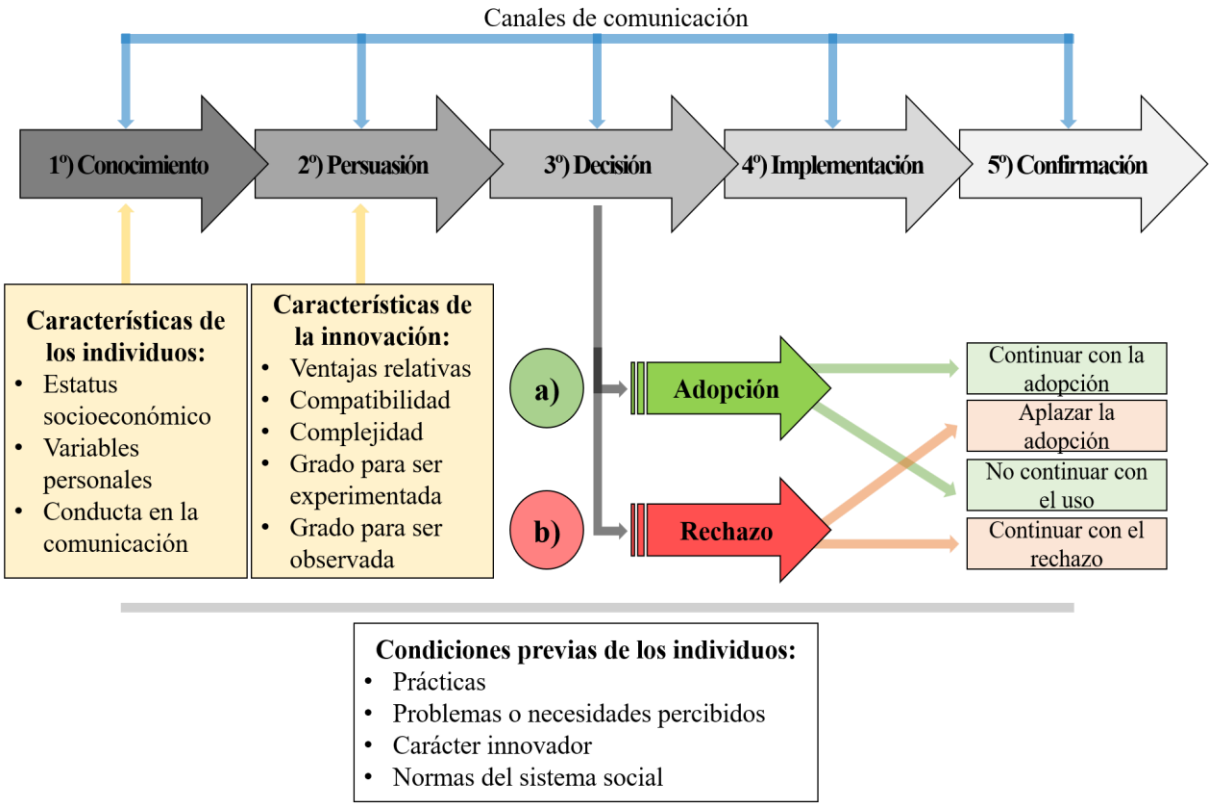


Figura 3. Modelo de las cinco fases del proceso de decisión de la innovación. Este proceso puede ser llevado a cabo por individuos o por unidades de decisión (por ejemplo, organizaciones o gobiernos). *Elaboración propia. Adaptada de Rogers (2003).*

La primera etapa o fase de conocimiento ocurre cuando un individuo está expuesto a la existencia de la innovación y gana conocimiento sobre su funcionamiento. Esta etapa es meramente cognitiva y está influida por las características de los individuos mientras que la siguiente, la persuasión, es afectiva porque las características de la innovación son

determinantes. Durante la etapa de persuasión los individuos forman una actitud favorable o desfavorable hacia la innovación, es decir, proyectan sus ideas y hacen hipótesis sobre su futuro en caso de adoptar o no la innovación. Posteriormente, durante el proceso de decisión el individuo decide si adoptar o rechazar la innovación. El rechazo puede ser activo (considerar la adopción, pero decidir no adoptar la innovación) o pasivo (no considerar el uso de la innovación). Finalmente, durante la implementación el individuo desarrolla una nueva idea sobre la innovación y durante la confirmación el individuo refuerza la decisión tomada, o decide revertir la decisión, por ejemplo, si ha sido expuesto a mensajes conflictivos sobre la innovación.

El carácter innovador de un individuo (en inglés, "*innovativeness*") es el tiempo relativo que se tarda en adoptar una innovación. Según la propensión de cada individuo a adoptar una idea más pronto o más tarde que otros miembros del sistema social, Rogers (2003) clasifica a los individuos que adoptan la innovación en cinco categorías: individuos innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados (figura 4). Esta forma de clasificar a los individuos no es la única, Moore (2004) la modifica añadiendo los términos de entusiastas tecnológicos, visionarios, pragmáticos, conservadores y escépticos. Por otra parte, la clasificación de Rogers ha sido objeto de críticas pues asume que todos los miembros del sistema social tienen las mismas oportunidades para adoptar una innovación, y que tan solo están limitados por su carácter innovador (Attewell, 1992). Es decir, la clasificación de Rogers está centrada en el lado de la demanda, ignorando la oferta de la innovación.

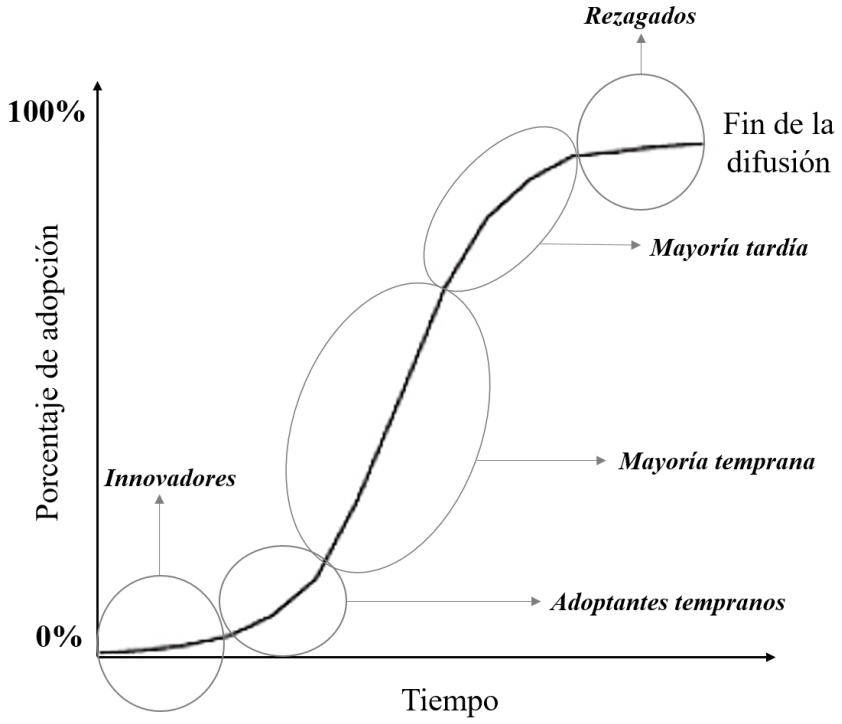


Figura 4. Distribución de la tasa de adopción de una innovación en forma de S y categorías de adoptantes. La pendiente de la curva varía según la innovación que se estudie, pues cada innovación en cada sistema social tiene una tasa de adopción diferente dentro del proceso de difusión. *Elaboración propia. Adaptada de Rogers (2003).*

La tasa de adopción de la innovación se mide a nivel sistémico como el número de miembros del sistema social que adopta la innovación en un periodo de tiempo dado, es decir, la tasa de adopción es la velocidad relativa con la que una innovación es adoptada. Cuando se representa

la tasa de adopción en un gráfico a lo largo del tiempo, esta toma una distribución característica en forma de S, como se muestra en la figura 4.

Como se observa en la figura 4, al principio solo unos pocos individuos adoptan la innovación en un periodo de tiempo (innovadores). Posteriormente, la pendiente de la curva aumenta a medida que más individuos (mayorías tempranas y tardías) adoptan la innovación hasta que la curva se va aplanando porque cada vez hay menos individuos que no hayan adoptado la innovación (rezagados). Finalmente, la curva llega a su asíntota cuando el proceso de difusión ha finalizado. Esta curva en S no solo puede analizarse en función del carácter innovador de los individuos, sino que también puede verse en términos económicos, en función de los costes y beneficios, o en función del cambio de los obstáculos a la innovación (por ejemplo, la dificultad de obtener conocimiento o personal cualificado para usarla) (Attewell, 1992).

d) Sistema social

El sistema social está formado por unidades interrelacionadas, que pueden ser individuos, grupos informales, organizaciones o subsistemas, y tiene una estructura característica que afecta al proceso de difusión de la innovación, ya que el sistema social marca las fronteras dentro de las cuales se difunde la innovación. A su vez el sistema social está regido por unas normas o patrones de comportamiento establecido. Estas normas definen el rango de la conducta tolerable por los miembros del sistema y sirven de guía o de estándar de comportamiento (Rogers, 2003).

Entre los miembros se encuentran los “líderes de opinión” y los “agentes de cambio”. El liderazgo de opinión se define como el grado en el que un individuo es capaz de influenciar informalmente la actitud de otro o su comportamiento de una forma deseada con relativa frecuencia. Los líderes de opinión son miembros del sistema social. En cambio, un agente de cambio es un individuo que trata de influenciar las decisiones de innovación de los usuarios potenciales en dirección deseable para su agencia. En ocasiones usan incentivos o subsidios para acelerar la tasa de adopción. Los roles de los agentes de cambio son determinantes en el proceso de difusión, ya que desarrollan la necesidad de un cambio, establecen relaciones de intercambio de información, diagnostican problemas, estabilizan la adopción y previenen las discontinuidades de la adopción.

Existen cuatro tipos de decisiones de innovación: (1) decisiones de innovación opcionales, la elección de adoptar o rechazar es hecha por un individuo independientemente de las decisiones del resto de miembros del sistema, (2) decisiones de innovación colectivas, la elección de es realizar por consenso de los miembros del sistema, (3) decisiones de innovación autoritarias, elecciones que son hechas por un número reducido de individuos con poder o conocimientos técnicos, (4) decisiones de innovación contingentes, que son las combinación secuencial de dos o más de las anteriores. Normalmente, las mayores tasas de adopción de la innovación son las que son adoptadas por una autoridad, y también las decisiones opcionales puede ser adoptadas más rápido que las colectivas.

En conclusión, a partir de la teoría de Rogers (2003) se puede considerar que la tasa de adopción de la innovación es la variante clave a la hora de analizar el proceso de difusión de la innovación. La tasa de adopción se puede explicar por las variables que a su vez la determinan que son todas las mencionadas anteriormente: atributos percibidos de la innovación, tipo de decisión de la innovación, canales de comunicación, características de los individuos y del sistema social y acciones de los agentes de cambio.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1.Metodología de la investigación

La metodología seguida para contribuir a esclarecer las preguntas de investigación planteadas es un estudio de caso de un cultivo MG de berenjena con potencial para disminuir el hambre y la inseguridad alimentaria en Asia Meridional. Este estudio permite establecer unas recomendaciones de políticas que se podrían aplicar para lograr la aceptación de los cultivos MG en países de esta región, con el fin de mitigar los problemas alimentarios y contribuir mediante esta innovación al desarrollo económico.

Se ha elegido el estudio de caso como parte de esta investigación ya que la difusión de una innovación es un fenómeno dinámico y está ligado al sistema social y al SI, cuya complejidad es extrema debido a la gran cantidad de actores, relaciones e instituciones que lo constituyen (Rogers, 2003; Hekkert et al., 2005). Para estudiar cuáles son los factores de difusión de la innovación que condicionan el éxito de los cultivos MG y cuál es la importancia relativa de cada uno es necesaria una aproximación empírica que estudie la difusión en el contexto real, por eso el estudio de casos es idóneo (Yin, 2008). Según la literatura disponible, el estudio de caso es un método necesario y suficiente para este tipo de investigación (Flyvbjerg, 2006).

Cabe remarcar que con el estudio de caso se pretende encontrar las respuestas a las preguntas de investigación en un sistema social concreto y en un momento dado, es decir, no se pretende formular teorías universales ni generalizar a poblaciones más amplias (Castro, 2010). El objetivo es ampliar y ejemplificar la teoría de difusión de la innovación, y conseguir la mayor cantidad de información sobre este fenómeno. Para ello el método de estudio de caso es la comparación de los datos con la teoría (Eisenhart, 1989). El marco analítico del capítulo 2 va a guiar tanto la recolección como el análisis de datos (Castro, 2010). El procedimiento metodológico que seguido se resume en la figura 5.

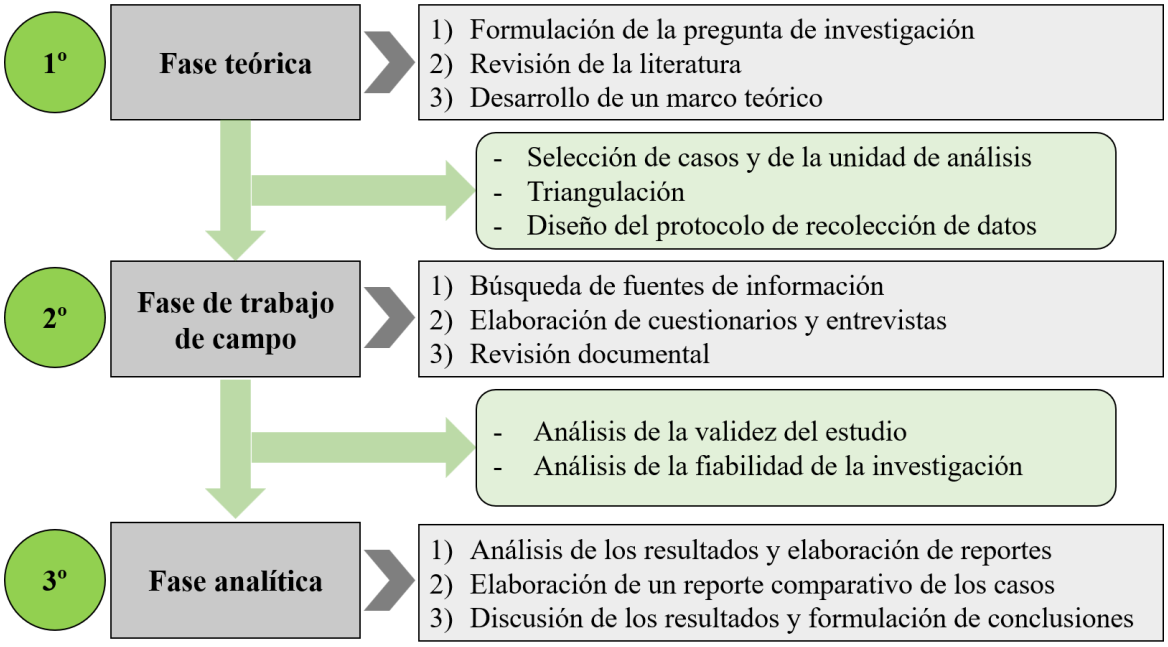


Figura 5. Procedimiento metodológico de la investigación del estudio de caso. *Elaboración propia. Adaptada de Castro (2010).*

Los datos analizados durante este estudio son cualitativos pero también cuantitativos (Yin, 2008). Los datos cualitativos consisten en la descripción profunda de los eventos, situaciones, interacciones, percepciones, creencias y conductas de los miembros del sistema social

implicados en el éxito de los cultivos MG. La recoleccion de datos tiene la finalidad de comprender los factores de difusión de la innovación y su relevancia en este fenómeno.

Para garantizar la calidad de esta investigación se va evaluar la misma mediante cuatro criterios recogidos por Yin (2008): (1) validez del modelo, (2) validez interna, (3) validez externa y (4) fiabilidad. La fiabilidad es según este autor el criterio necesario para demostrar que las operaciones del estudio y los procedimientos de recopilación de datos pueden repetirse con los mismos resultados. Por ello se va a establecer una cadena de evidencias para establecer el razonamiento y permitir a cualquier lector establecer conclusiones al analizar las evidencias. Por eso en el Apéndice I de este trabajo se referencia y detalla la base de datos online que recoge toda la información utilizada. Esta base de datos también evita el sesgo de la subjetividad del investigador (Castro, 2010). Respecto a la validez del modelo, la teoría ha sido formulada a partir de la literatura y del debate sobre el estado de la cuestión (ver capítulo 2). La validez interna por el contrario depende del grado en el cual se puedan establecer relaciones causales, y para garantizarla se ha establecido una triangulación recogida en el apartado 3.3. (Yin, 2008). Y por último, la validez externa es el punto más débil pues hace alusión a la capacidad de generalizacion de las conclusiones de la investigación, que se analizan en la discusión de los resultados del capítulo 4 (Castro, 2010).

3.2.Selección de los casos de estudio

La metodología es el análisis comparativo de dos casos, que han sido seleccionados por razones teóricas y no por criterios muestrales estadísticos (Castro, 2010). Debido a que se está analizando el éxito de los cultivos MG y los factores que influyen en ellos, la elección de los casos ha tratado de seleccionar aquellos más representativos, que permitan una generalización analítica de los resultados. El estudio de casos múltiples presenta ventajas sobre el estudio de un único caso, permitiendo el desarrollo de proposiciones teórica a partir del análisis comparativo (Castro, 2010; Yin, 2008).

En concreto, esta investigación profundiza en la difusión del cultivo de berenjena Bt[9], que es un tipo de berenjena MG, en dos países de Asia Meridional: Bangladesh y la India. Se ha elegido la berenjena porque es una de las hortalizas más importantes y más populares en el sur de Asia (Prodhan et al., 2018). La berenjena Bt es un cultivo MG porque su material genético ha sido modificado añadiéndole un gen bacteriano denominado Cry1Ac. Este gen hace que la planta sea resistente a las plagas de lepidópteros, en concreto al EFSB (siglas por su nombre en inglés, "*Eggplant fruit and shoot borer*"), que dañan el fruto haciéndolo no apto para consumo humano (Prodhan et al., 2018). Por lo tanto, la berenjena Bt como se detalla en el capítulo 4 puede ayudar potencialmente a solucionar el problema de la malnutrición en esta subregión de Asia, que es la más afectada por el hambre y la inseguridad alimentaria, y ayudar a conseguir los ODS, entre ellos el crecimiento económico de los países en los que se introduzca.

Los dos casos elegidos, la difusión de la berenjena Bt en Bangladesh y en la India, son extremos respecto al proceso de difusión de la innovación, como se recoge en la tabla 1. Esta estrategia de casos extremos revela más información al presentar distintos contextos y diferencias claras en las categorías analíticas de interés (Flybbjerg, 2006). Bangladesh ha sido el primer país asiático en aprobar la berenjena Bt mientras la India ha prohibido totalmente la berenjena Bt (ISAAA, 2018; Tabla 1). A pesar de las diferencias económicas, sociales y políticas entre ambos países, la situación de pobreza y subalimentación crónica es comparable (Tabla 1).

[9] Bt hace referencia a la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*, que es la bacteria de la que procede el gen Cry1Ac que produce la proteína que confiere resistencia a los insectos.

Tabla 1. Características económicas, sociales y agronómicas de Bangladesh y la India. *Elaboración propia. Fuente: UNCTAD (2018), ISAAA (2018).*

Características	Bangladesh	India
PIB per cápita a precios corrientes	1492 US$	1923 US$
Estado berenjena Bt	Aprobada en 2013 (como cultivo y alimento)	Prohibida en 2010 (a todos los efectos)
Área cultivada de berenjena tradicional	50000 hectáreas/año	550000 hectáreas/año
Prevalencia de la subalimentación	14,7% de la población	14,5% de la población

La unidad de análisis es por tanto la difusión de la berenjena Bt en el contexto del sistema social de cada país, y el marco temporal abarca desde el comienzo del desarrollo de esta innovación para los países asiáticos en el año 2000 (Shelton et al., 2018) hasta la actualidad. A pesar de que el proceso de difusión no se ha completado en India, pues esta la berenjena Bt no ha sido adoptada, según Rogers (2003) es posible investigar la difusión de una innovación mientras aún está ocurriendo el proceso.

3.3.Fuentes de información

Como fuentes de información los estudios de caso típicamente combinan varios métodos de recolección de datos múltiples como archivos, literatura científica, revisión de documentos oficiales, análisis de prensa escrita, cuestionarios, entrevistas y observaciones en campo (Eisenhart, 1989; Castro, 2010). No se considera que ninguna de estas fuentes de información tenga ventaja absoluta sobre las demás, sino que son complementarias, ya que hay más variables a tener en cuenta que datos observacionales (Yin, 2008); pero el planteamiento ideal es complementar el trabajo en campo con fuentes de información secundarias.

Sin embargo, esta investigación se basa en fuente de información secundarias debido a que es un trabajo preliminar limitado en tiempo y recursos, y por ello no ha sido posible el desplazamiento a India ni Bangladesh para la realización del trabajo de campo. Como agenda de investigación futura para dar mayor robustez a la investigación habría que completar el trabajo con entrevistas trianguladas a los distintos actores. El protocolo consistiría en la realización de entrevistas en cada país a las distintas partes: seis agricultores (dos innovadores, dos rezagados, dos no adoptantes), dos consumidores (adoptante y no adoptante), cuatro representantes del gobierno y de agencias de cambio, dos expertos científicos en el tema, dos periodistas (a favor y en contra de los OMG) y dos miembros de organizaciones anti-OMG.

Entre las fuentes de información que se detallan en el Apéndice I y están recogidas en la base de datos se encuentran: artículos científicos de Web of Science (www.fecyt.es/es/recurso/web-science), documentos oficiales, archivos de los periódicos más populares de cada país, testimonios e información multimedia de la plataforma YouTube (www.youtube.com), otras páginas web de organismos oficiales y organizaciones anti-OMG. Para asegurar la validez interna de la investigación se han triangulado las fuentes de información, que se han seleccionado para reunir la máxima información de todas las partes y factores implicados. Hasta el momento por la falta de tiempo, solo se ha realizado una entrevista, pero al ser un estudio piloto ésta sirve como modelo y proporciona información valiosa para la investigación. El protocolo seguido para la realización del cuestionario al experto se basa en el manual de Yin (2008) y se detalla en el Apéndice II. Además, en este apéndice se recoge el cuestionario y las respuestas del entrevistado, así como las cláusulas de anonimato y confidencialidad.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Teoría de difusión de la innovación aplicada a los cultivos MG

Para avanzar hacia los objetivos de este trabajo, se desarrolla en primer lugar un marco analítico a partir de la teoría de difusión de la innovación de Rogers (2003), y teniendo como base las teorías expuestas sobre las transiciones sociotécnicas. Este marco integra los factores de difusión implicados en la aceptación de los cultivos MG, es decir, aquellos que condicionan la adopción de los mismos, y se centra en la teoría de Rogers, pero incluyendo en el análisis el lado de la oferta.

Los cultivos MG son una innovación biotecnológica en el área de la agricultura, la cual desde el punto de vista de la transición sociotécnica ha evolucionado para aumentar la productividad (Smith et al., 2005). Los cultivos MG pueden también contribuir al desarrollo económico mediante la consecución de los ODS y con el aumento de la productividad del sector agrícola con un uso más eficiente de los recursos (Kaplinisky, 2010; Raman, 2017).

Las técnicas de modificación genética en el área de la biotecnología han supuesto una "revolución", y se considera que desde la década de 1980 este campo de la biotecnología agroalimentaria ha entrado en una fase disruptiva con la incorporación de los nuevos métodos de modificación genética de especies vegetales (Napier et al., 2019). Los cultivos MG constituyen un cambio del paradigma sociotécnico existente que puede ser explicado por la interacción entre los siguientes elementos: (1) los factores económicos, el beneficio de los agricultores ha aumentado un 68% de media desde el uso de estos cultivos biotecnológicos (Brookes & Barfoot, 2014); (2) los avances científicos en el área; (3) los factores institucionales, como la creación del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la Biotecnología[10]; (4) factores sociales, como el ahorro de tiempo para los agricultores y la mejora de sus condiciones de vida al no estar expuestos a pesticidas (Klümper & Qaim, 2014); (5) problemas no resueltos del régimen anterior como la pérdida de hasta el 40% de la producción a nivel global por plagas causando inseguridad alimentaria (Raman, 2017). Es decir, esta tecnología supone una transición sociotécnica pues cambia no solo el conocimiento sino la dimensión social, al cambiar las prácticas de los agricultores y la regulación institucional, siendo esta última especialmente importante en biotecnología para el proceso de toma de decisiones (Raman, 2017; Rip & Schot, 2002).

La transición sociotécnica debida a esta innovación biotecnológica se puede observar en cómo ha evolucionado la sociedad y la tecnología; es decir, cómo ha repercutido en el mercado, en la calidad de vida, en la cultura, en el desarrollo de servicios y facilitadores institucionales. Por ejemplo, desde el comienzo de la comercialización de los cultivos MG el mercado de semillas ha cambiado drásticamente de ser un mercado competitivo gobernado por empresas familiares, a ser una de las industrias de mayor crecimiento dominado por cinco grandes compañías que según datos de 2016 poseían el 70% de la cota de mercado (Raman, 2017). Sin embargo, debido a que la adaptación de los cultivos MG es un proceso activo, ha habido rechazo a esta tecnología tanto social como institucional, lo que ha hecho que estos cultivos revolucionarios no hayan sido adoptados automáticamente a escala global (ver figura 2B), no alcanzando los beneficios y el éxito esperado. Entre los factores de rechazo de los cultivos MG se encuentra el rechazo de los consumidores, de los agricultores, de los lobbies y la regulación vigente.

[10] El Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica entró en vigor en 1993 y en él se prevé el acceso a la biotecnología y a su transferencia para que sea adecuada para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, y reducir las amenazas sobre la salud humana (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2000).

Respecto a los consumidores potenciales, como los cultivos son alimentos éstos forman parte de la identidad cultural y de la vida pública, y las modificaciones en las especies vegetal encuentran resistencia (OMS, 2015). Al estar ligada a las condiciones socioculturales del sistema la aceptación social varía entre las distintas regiones (Navarro et al., 2013), por ejemplo, en los países en desarrollo, el rechazo a los cultivos MG radica en la resistencia a las modificaciones por motivos religiosos y en la oposición a las fuerzas del mercado y a la globalización (OMS, 2015; Davis et al., 2016). También influye la percepción de los riesgos y beneficios, la inocuidad para la salud, los valores personales, el conocimiento y la confianza en los desarrolladores (Lucht, 2015; Bongoni & Basu, 2016). Al tratarse de alimentos son importantes la apariencia, el sabor y el precio de mercado finales (Kerschen, 2010). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los consumidores como tendencia general no son reacios a aceptar la modificación genética como tecnología sino al contexto de la alimentación en el que se desarrolla y los beneficios derivados (OMS, 2015). Los consumidores son más proclives a consumir los alimentos procedentes de cultivos MG si les proporcionan beneficios directos (Kerschen, 2010).

Por el contrario, la aceptación o el rechazo de los agricultores depende de los rendimientos de los cultivos y de que tengan las mismas características agronómicas que los cultivos tradicionales (Trijatmiko et al., 2016; Steur et al., 2016). En los países en desarrollo en los que un alto porcentaje de la población trabaja en el sector agrícola, por ejemplo, las regiones del sur de Asia en las que la agricultura engloba al 50% de la fuerza de trabajo (Raman, 2017), existe miedo a que la introducción de cultivos MG afecte negativamente a otras especies cultivadas (Bongoni & Basu, 2016).

A su vez el fracaso en la adopción está condicionado en parte por la oposición de *lobbies* anti-OMG y su influencia en la toma de decisiones en los países en desarrollo (Paarlberg, 2008; Herring, 2010). Organizaciones como Greenpeace rechazan los cultivos MG porque lo ven como "un caballo de troya" para la entrada de nuevas aplicaciones de OMG peligrosas (Potrykus, 2014; Mayer, 2005; Davis et al., 2016). A pesar de que no se ha estudiado la razón de su oposición, algunos autores consideran que se debe a la financiación que reciben para mantener vivo el debate sobre los riesgos de la tecnología de modificación genética (Apel, 2010; Wesseler & Ziberman, 2014). Este debate lleva a la politización de la biotecnología y a la actitud negativa de los políticos.

Otra de las causas del fracaso es la regulación de las plantas MG. Los trámites burocráticos son muy demandantes y aumentan los costes (Potrykus, 2012). La justificación de la regulación se basa en que la tecnología lleva a "modificaciones genéticas impredecibles e incontrolables", lo cual ignora las evidencias científicas (Potrykus & Klaus, 2010). Es por tanto que de entre las funciones del cambio de paradigma (Hekkert et al., 2005) este trabajo se centra en la difusión, pues condiciona el éxito de los cultivos MG. En el caso de estos cultivos debido a que tiene carácter sistémico es más lenta y difícil, ya que se da a nivel individual (agricultores y consumidores) como a nivel colectivo (a nivel de SI) (Lundvall, 1992). Esta difusión y adopción ha sido gradual desde la aprobación de los cultivos MG, como se muestra en la figura 6.

Como se recoge en el punto 2.2. según Rogers (2003) las innovaciones, en este caso los cultivos MG, se generan para solucionar problemas o necesidades percibidos. En el caso de los cultivos MG de primera generación fueron desarrollados para evitar las pérdidas de las cosechas por plagas de insectos y aumentar el rendimiento de las plantaciones (McGloughlin, 2010). Sin embargo, como en todo proceso de difusión esta innovación tenía cierto grado de incertidumbre respecto a los efectos no deseados, el riesgo para la salud y el medio ambiente (Raman, 2017). La tasa de adopción de esta innovación depende de: los atributos de la innovación, las

decisiones de innovación, los canales de comunicación, las características de los individuos y del sistema social, y de los agentes de cambio (Rogers, 2003).

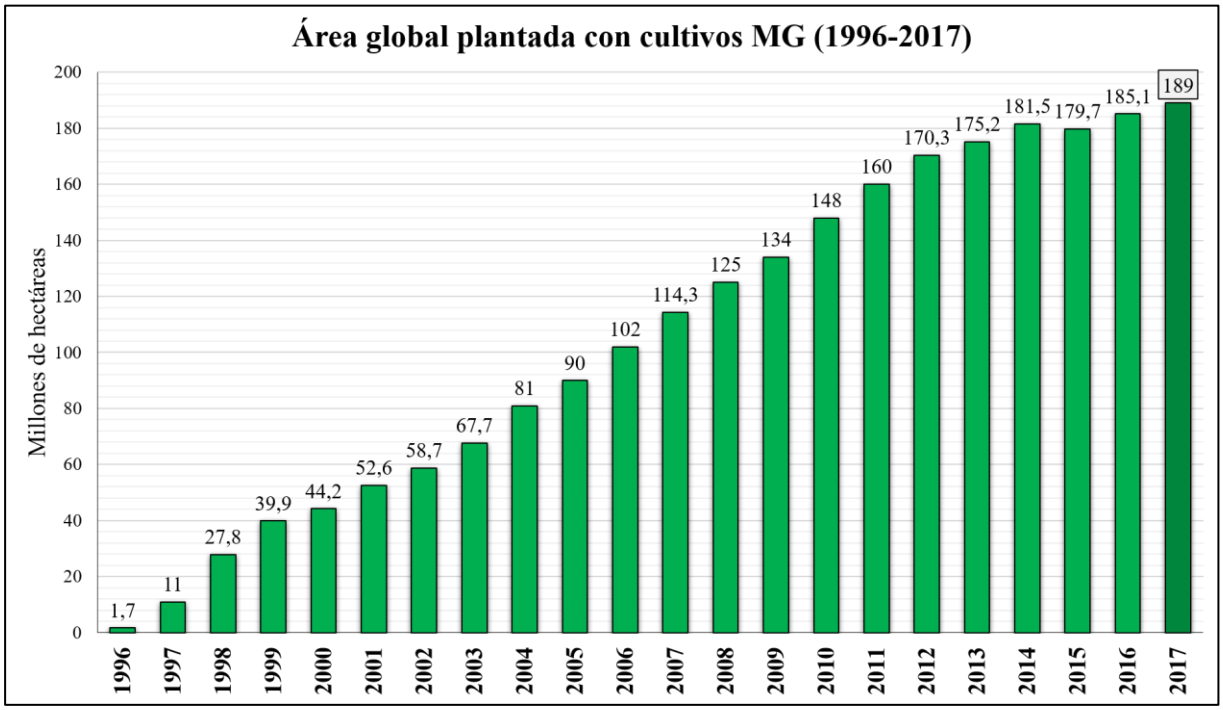


Figura 6. Adopción de los cultivos MG en el mundo (1996-2017) medida en el área plantada. *Elaboración propia. Fuente: ISAAA, 2017.*

En la figura 6, se puede observar que la tasa de adopción a nivel global de los cultivos MG ha seguido una curva en forma de S, lo cual concuerda con la Teoría de Rogers (2003). A pesar de que desde el punto de vista global no se puede clasificar según su carácter innovador a los individuos, sí se puede clasificar los países si se les considera como unidad de toma de decisión. Los países que pertenecerían a la categoría de innovadores serían China que fue el primer país en comercializar tabaco MG y Estados Unidos que fue el primer país en aprobar tomates MG para consumo humano. Los países rezagados serían los que aparecen sin colorear en la figura 2A, y el resto pertenecerían a las mayorías tempranas (ej.: India) y tardía (ej.: Bangladesh) (ISAAA, 2018). Cabe destacar que los cultivos MG han sido el cultivo con una mayor tasa de adopción de la historia (Sinebo & Maredia, 2016).

La literatura disponible sobre la difusión o diseminación de cultivos MG se centra en los agricultores, pero en este marco teórico se considera también a los consumidores potenciales porque también repercuten sobre el éxito final de los cultivos MG. Respecto a los atributos de los cultivos MG como innovación, estos se recogen en la tabla 2, tanto como innovación agrícola para los agricultores, como nuevo alimento para los consumidores.

Tabla 2. Atributos de los cultivos MG como innovación según la Teoría de Rogers (2003). *Elaboración propia.*

Atributos de la innovación	Para los agricultores	Para los consumidores
(1) Ventajas relativas (objetivas y subjetivas)	Aumento del rendimiento (21%) de los cultivos por el control efectivo de las plagas (Klümpfer & Qaim, 2014), reducción del uso (39%) y del coste (37%) de pesticidas, aumento del beneficio económico (69%), reducción del impacto ambiental y las emisiones de CO_2, mejora de la calidad de vida y reducción del número de horas de trabajo (ISAAA, 2017).	Aumento de la seguridad alimentaria (OMS, 2015), aumento de la calidad nutritiva y beneficios para la salud en función del cultivo MG consumido (Qaim, 2010).
(2) Compatibilidad con los valores existentes	Compatible con los valores. Incompatible con las prácticas agrícolas locales (Bongoni & Basu, 2016) dependiendo del sistema social.	Varía según el sistema social (Navarro et al., 2013), pero puede ser no compatible en el ámbito ético, religioso o moral (OMS, 2015; Davis et al., 2016).
(3) Complejidad de la tecnología	Igual a la de los cultivos tradicionales.	No aplica.
(4) Grado para ser testada	Alto. Puede ser testada durante experimentos en campo antes de la aprobación para cultivo (ISAAA, 2017)	Bajo. Solo puede ser probada cuando esté aprobada para consumo humano (Lucht, 2015).
(5) Grado para ser observada	Alto. Puede observarse durante la primera cosecha (Klümpfer & Qaim, 2014).	Medio. Puede observarse la seguridad alimentaria pero no los beneficios para la salud en el corto plazo.
(6) Grado para ser reinventada	Medio. Pueden combinarse con variedades autóctonas (ISAAA, 2017).	No aplica.

Respecto a las decisiones de innovación, en el caso de los cultivos MG son opcionales y autoritarias. Son opcionales porque tanto los agricultores como los consumidores pueden decidir si adoptar o rechazar una innovación, aunque estén influidos por el sistema social. A su vez también son autoritarias, ya que si el gobierno o las autoridades competentes del sistema de innovación prohíben los cultivos MG para su cultivo o para su consumo (Sinebo & Maredia, 2016) la decisión opcional de adopción o rechazo queda anulada. En este caso se podría decir que la decisión sobre la innovación es contingente (Rogers, 2003). En este proceso, los agentes de cambio y los líderes de opinión tienen una gran relevancia para la toma de decisiones de los agricultores (Chong, 2003; Martini et al., 2016), pero sus actuaciones varían de un sistema social a otro.

Las decisiones de innovación también están condicionadas, especialmente en los consumidores, por el conocimiento sobre la tecnología de modificación genética y la información sobre el análisis de riesgos y beneficios (Steur et al., 2016). Dicha información es transmitida por los canales de comunicación cuyas características más relevantes e importancia se recogen en la tabla 3.

Tabla 3. Canales de comunicación a través de los cuales se transmite la información sobre las innovaciones de cultivos MG según la Teoría de Rogers (2003). *Elaboración propia.*

Canales de comunicación	Para los agricultores	Para los consumidores
Medios de comunicación de masas	Toma de consciencia sobre la existencia de la innovación (Martini et al., 2016; Monge et al., 2008).	Muy importante. Fuente de información preferida para la toma de decisiones (Navarro & Hautea, 2011).
Canales interpersonales	Más importante (especialmente en países en desarrollo). Fuente de información de confianza (agricultores homófilos) (Martini et al., 2016).	Importante (especialmente en países en desarrollo). Fuente de información de confianza (individuos homófilos) (Rogers, 2003).
Internet y redes sociales	Importancia en aumento. Fuente de información práctica y creación de interés (Martini et al., 2016; Monge et al., 2008).	Importancia en aumento. Fuente para reducir la incertidumbre (Wessler & Ziberman, 2014).

Respecto a las características de los individuos y del sistema social no se pueden generalizar, ya que dependen del sistema social concreto que se estudie, por ello, como estas variables afectan al modelo del proceso de decisión de la innovación (figura 3), éste no puede generalizarse para el caso de los cultivos MG. Al igual que la regulación y las instituciones, que son elementos importantes en el proceso, pero cada país tiene unas diferentes (Mejía et al., 2016). También el mercado, a pesar de estas dominado por cinco grandes compañías (Monsanto, Bayer CropScience, Dupont, Syngenta y Groupe Limagain) puede tener características diferentes entre sistemas (Raman, 2017).

Por último, respecto a la incorporación del lado de la oferta en la Teoría de difusión de Rogers (2003) cabe destacar que como cualquier otra innovación los cultivos MG están protegido por derechos de propiedad intelectual (PI). De entre las formas de protección de la innovación, en el caso de los cultivos MG, las más importantes en cuanto a mejora de variedades de cultivos son las patentes y los derechos de mejora de las semillas (WIPO, 2019). Sin embargo, al igual que los elementos del párrafo anterior, el régimen de PI depende del país cuyo sistema social se estudie.

4.2. Resultados del estudio de casos múltiples extremos

Los resultados más relevantes del estudio de caso de la berenjena Bt en dos países del sur de Asia se han obtenido teniendo como referencia el marco teórico expuesto en el punto anterior. Los resultados para asegurar la validez del estudio describen objetivamente el proceso de difusión de la innovación. La técnica analítica de los resultados realizada es una síntesis de casos cruzados (en inglés, "*cross-case syntesis*"), típica del estudio de casos múltiples (Yin, 2008). Por ello, los casos en cada unidad de análisis se estudian por separado, y se realizada tras su estudio independiente un reporte que compara ambos casos. Estos resultados se analizan sobre el marco teórico en el punto 4.3., y sirven de base para la formulación de políticas contextualizadas para lograr el éxito de los cultivos MG, en el capítulo 5.

Los factores que condicionan la difusión de la innovación y su tasa de adopción que se van a describir son: las condiciones previas del sistema social, las características de los individuos, las características de la berenjena Bt como innovación, los canales de comunicación que transmiten la información, otros elementos del sistema social (instituciones, *lobbies*, líderes de opinión y agentes de cambio), las fases de decisión del proceso de decisión, el estado de la propiedad intelectual de las semillas y la propia decisión de la innovación.

4.2.1. Caso 1: Difusión de la berenjena Bt en Bangladesh

La República de Bangladesh es un país en desarrollo de ingresos medios bajos. Los problemas principales de esta economía son la sobrepoblación (en 2019, 163 millones de personas, siendo el octavo país más poblado del mundo) y la pérdida de tierra cultivable por la urbanización y por la degradación ambiental. Otros problemas percibidos en este sistema son la contaminación del agua y de los alimentos por el uso de pesticidas comerciales, y las fluctuaciones en la disponibilidad de comida por condiciones climáticas y biológicas (variaciones en las precipitaciones, inundaciones, ciclones, subida del nivel del mar y plagas). Esta situación se traduce en que 24,2 millones de bangladesís padecen hambre, y 50,3 millones viven en un estado de inseguridad alimentaria moderada[11] o grave. Teniendo en cuenta que la agricultura supone el 14,79% del PIB (datos de 2018) del país, el gobierno del país encabezado por su primera ministra y el ministro de agricultura han tratado de aplicar soluciones innovadoras para aumentar la producción de comida. Respecto a la población bangladesí, las características más relevantes para el caso se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Características destacadas de la población de Bangladesh. *Elaboración propia.*

Estatus socioeconómico	El 54% de la población vive en áreas rurales (ver apéndice IIIA, organización territorial del país) (datos 2018) y el 13,8% vive por debajo del umbral de la pobreza (datos 2017) [12].	
Variables personales	**Religiosas y culturales**	El 89,7% de la población es musulmana (religión oficial) y el 9,2% hindú (datos 2019). La base de la cocina es el arroz servido con verduras, pescado, carne, huevos, curry y sopas.
	Otras	La tasa de alfabetización en mayores de 15 años es del 72,9% (datos 2017). 2/3 de la fuerza de trabajo se concentra en la agricultura (datos 2004).
Conducta de comunicación	**Idioma**	El "*bangla"* o bengalí es el idioma oficial, aunque el inglés es hablado especialmente en el gobierno y en el comercio.
	Uso de los medios de comunicación	La televisión es el medio más popular (hay en el 32% de los hogares), especialmente en las ciudades. También es popular la presa escrita diaria y semanal en bengalí e inglés, y la radio.
	Internet y dispositivos móviles	Por cada 1000 personas hay 671 teléfonos móviles y 65 usuarios de internet, ya que la cobertura móvil solo es buena en las ciudades, y en el campo no hay conexión a internet.

La berenjena es una de las verduras más importantes, baratas y populares de Bangladesh, donde recibe el nombre de *brinjal.* En Bangladesh se cultivan distintas variedades que difieren en forma y tamaño, como en la estación de cultivo invierno (*Kharif brinjal)* o verano (*Rabi brinjal*). La cantidad de berenjena tradicional producida y el área cultivada varía entre las distintas divisiones de Bangladesh (ver apéndice IIIB), pero un problema común son las pérdidas de las cosechas por las plagas de EFSB. A pesar de que los agricultores rocían las plantas con insecticidas esta plaga produce hasta un 86% de pérdidas de cultivos. Las características de la berenjena Bt en comparación con las variedades convencionales, presentan ventajas avaladas por estudios científicos, y se recogen en la tabla 5. Todas las ventajas derivan de la introducción del gen Cry1Ac que actúa de control de la peste.

[11] Según la FAO (2019), la inseguridad alimentaria moderada es la situación en la cual las personas afrontan incertidumbre con respecto a su capacidad de obtener alimentos y se ven obligadas a reducir la cantidad o calidad de los alimentos por carecer de recursos.

[12] Según el Banco Mundial (2019), desde el año 2015 la línea de la pobreza está fijada en 1,90 US$ por persona y día (utilizando precios de 2011).

Tabla 5. Comparación de las características de la berenjena Bt respecto a las variedades de berenjena tradicionales cultivadas en Bangladesh. *Elaboración propia.*

Características	Berenjena Bt	Berenjena tradicional
Uso de insecticidas	- Reducción de pesticidas del 61%. - Reducción efectos adversos para la salud de los agricultores. - Reducción residuos químicos en el fruto.	- Aplicación de insecticida entre 2 veces al día y 3 veces a la semana. - Coste de 180$/hectárea (entre el 35-40% de los costes totales). - 1/3 del coste final de la berenjena.
Rendimiento medio	- Retorno neto medio de 2151 $/hectárea. - Aumento de 6 veces del beneficio total del agricultor: disminución del 22% del trabajo humano, 20% del trabajo mecánico. - 0% pérdidas por EFBS.	- Retorno neto medio de 357$/hectárea. - Altos costes variables (laborales, mecánicos). - Hasta 100% de pérdidas por EFBS.
Producto en mercado	- Reducción de las fluctuaciones de los precios de la berenjena en el mercado. - Composición nutricional y propiedades organolépticas sin variación.	- Aumento de los precios por pérdidas de cosechas. - Exposición del consumidor a residuos químicos en el fruto con efectos adversos para la salud asociados.
Obtención de semillas	- Distribución gratuita del gobierno de semillas de plantas autopolinizables (permiten guardar semillas y reusarlas). - Venta por empresas de las semillas híbridas de alta calidad a un precio superior.	- 80% de las semillas usadas provienen del stock de semillas de plantas autopolinizables de los agricultores (menor calidad). - Venta de semillas híbridas (mayor calidad) a un precio menor.

Respecto a la prensa escrita en inglés analizada (*The Daily Star, Daily Sun, The New Nation y Holiday*), solo *The Daily Star* y *Daily Sun* muestran artículos y reportajes sobre la berenjena Bt. La información difundida por este canal de comunicación, antes y después de la aprobación del cultivo MG, es objetiva, carece de metáforas negativas, tiene como fuente artículos de revistas científicas, y en algunos casos los propios científicos nativos de Bangladesh son los autores. Sin embargo, las fuentes de confianza para los agricultores son otros agricultores, y para los consumidores son otros consumidores.

Durante el proceso de difusión y adopción de la berenjena Bt en Bangladesh, otros miembros del sistema son relevantes: los líderes de opinión, los agentes de cambio y los *lobbies* anti-OMG. Los líderes de opinión se identifican en cada vecindario (en bengalí, *"paras"*) dentro de cada localidad, y existen tres tipos: líderes de opinión con poder económico (agricultores con mayor área cultivada), político (políticos locales elegidos o individuos respetados) o con estudios. Sin embargo, los agricultores solo basan su decisión en la opinión de los líderes cuando existe poca información externa, cuando los beneficios no son aparentes o cuando una tecnología no es familiar. En el caso de la berenjena ha existido información externa y acceso a la nueva tecnología (semillas de berenjena Bt), proporcionada por las agencias de cambio. Estas últimas sin han actuado durante todo el proceso de decisión de la innovación, y son: ABSP-II, SAEIP, USAID, BARI y el gobierno de Bangladesh (MoA, MoEF, DAE y AIS)[13].

Respecto a los *lobbies* anti-OMG, como Greenpeace, tienen poca influencia en Bangladesh, a diferencia de otras ONGs son importantes para el mantenimiento de la seguridad alimentaria y la agricultura, mediante la promoción de las organizaciones o grupos cooperativos de agricultores. Sin embargo, se han registrado demandas de activistas contra la introducción de

[13] ABSP-II *(Agricultural Biotechnology Support Project II)*, SAEIP *(South Asia Eggplant Improvement Partnership)*, USAID *(United States Agency for International Development)*, BARI *(Bangladesh Agriculture Research Institute)*, MoA *(Ministery of Agriculture)*, MoEF *(Ministry of Environment, Forest and Climate Change)*, DAE *(Department of Agricultural Extension)*, AIS *(Agriculture Information Service).*

la berenjena Bt alegando que era una práctica fallida para aumentar los rendimientos de los agricultores y que no proporciona beneficios para los consumidores.

El proceso de desarrollo y posterior decisión de la innovación sobre la berenjena Bt se resume en la figura 7. También se representan en la figura 7 las funciones de los agentes de cambio y el estado de propiedad intelectual de la berenjena Bt, cuyos derechos fueron donados.

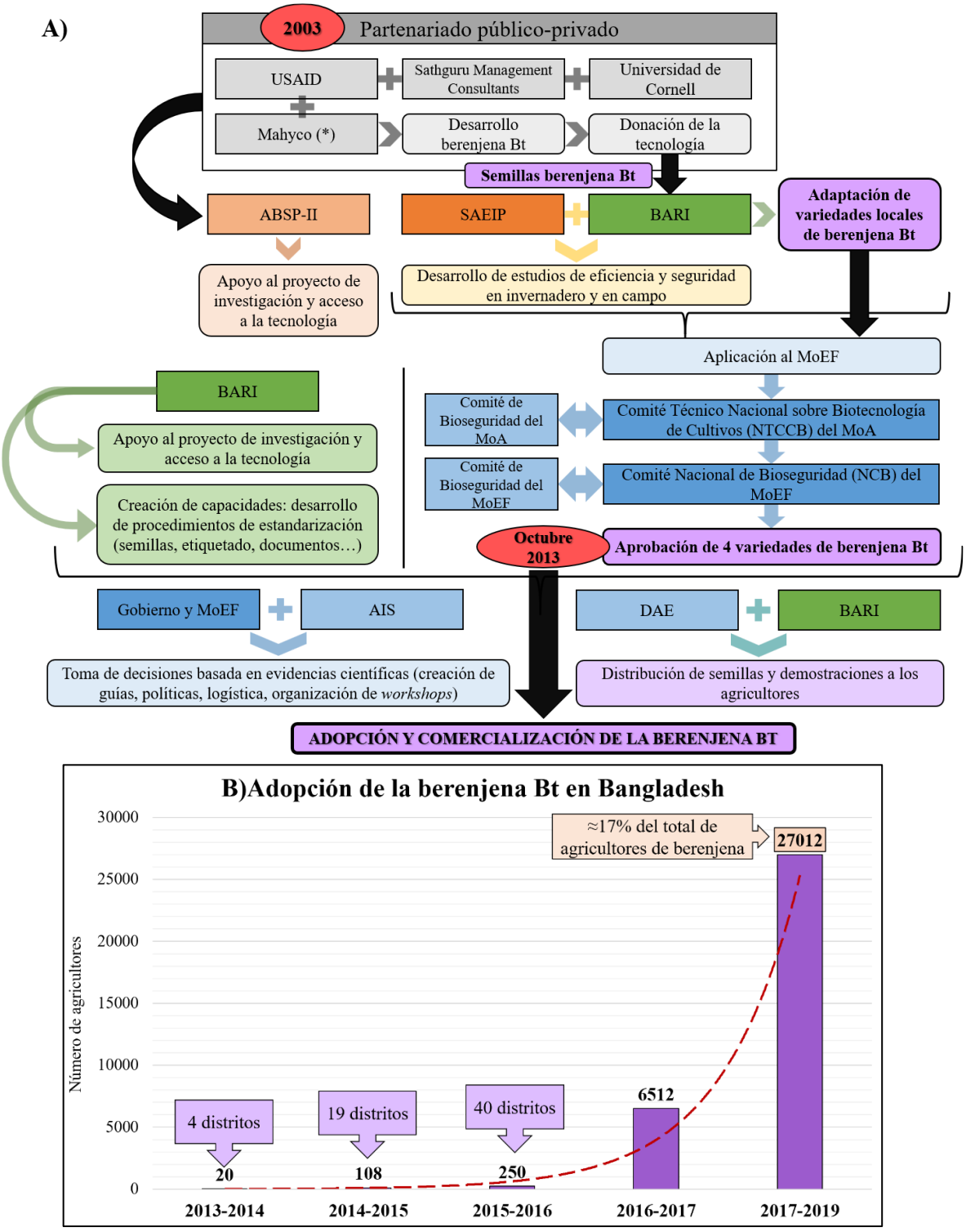


Figura 7. Difusión de la berenjena Bt en Bangladesh. A) Conceptualización del proceso de desarrollo, aprobación y adopción (2003-actualidad). (*) Mahyco es una empresa india de semillas. **B) Adopción de la berenjena Bt por los agricultores de Bangladesh.** El número de hectáreas de berenjena Bt cultivas se detalla en el Apéndice IIIC. *Fuente: Shelton et al. 2018. Elaboración propia.*

4.2.2. Caso 2: Difusión de la berenjena Bt en India

La República de la India es una de las cinco economías emergentes más importantes del mundo, cuyo objetivo es convertirse en un país de ingresos medios altos en 2030. Sin embargo, uno de los principales problemas de esta economía es la concentración de personas pobres y las altas tasas de malnutrición. India cuenta con 194,4 millones de personas en estado de subalimentación crónica y el 21,2% de la población vive por debajo del umbral de la pobreza. Otros retos a los que se enfrenta India es gestionar los recursos hídricos escasos, modernizar los sistemas alimentarios para alimentar a la población en aumento, mejorar la calidad de vida del medio rural y asegurar el crecimiento sostenible de las megaciudades[14]. La resolución de estos problemas tiene relevancia a nivel mundial, ya que India es el segundo país más poblado del mundo con 1360 millones de personas (datos 2019). Otros problemas percibidos en este sistema son los fenómenos meteorológicos extremos (sequías y ciclones) que disminuyen los ingresos de los agricultores. Esto es relevante porque la agricultura supone el 14,5% del PIB (datos de 2018) del país y el 70% de los habitantes de las áreas rurales depende de ella para su subsistencia. Respecto a la población india, las características más relevantes para el caso se resumen en la tabla 6.

Tabla 6. Características destacadas de la población de la India. *Elaboración propia.*

Estatus socioeconómico	El 55% de la población vive en áreas rurales (ver apéndice IVA, organización territorial del país) (datos 2018) y el 21,2% vive por debajo del umbral de la pobreza (datos 2011).	
Variables personales	**Religiosas y culturales**	El 80,5% de la población es hindú, el 13,4% musulmana, el 2,3% cristiana y el % restante religiones minoritarias (datos 2011). La base de la cocina es el arroz, el trigo, las especias y las frutas o verduras regionales.
	Otras	La tasa de alfabetización en mayores de 15 años es del 69,3% (datos 2011). La población está compuesta por distintos grupos étnicos. Una práctica extendida es la filosofía y medicina tradicional conocida como Ayurveda[15].
Conducta de comunicación	**Idioma**	El hindi es el idioma oficial (hablado por el 30% de la población) junto con el inglés, pero existen 22 idiomas regionales y otros idiomas hablados por grupos étnicos (como el urdu, hablado por los musulmanes).
	Uso de los medios de comunicación	La televisión es el medio más popular (hay en el 47% de los hogares), También es popular la presa escrita diaria y semanal, en inglés y en más de 90 idiomas, y la radio.
	Internet y dispositivos móviles	Por cada 1000 personas hay 708 teléfonos móviles y 151 usuarios de internet (datos 2013). La cobertura móvil es buena en las ciudades y hay Internet cafés a lo largo del país con conexión a internet.

La berenjena, que en India recibe el nombre de *brinjal*, es una de las verduras más importantes. La berenjena es muy popular y se la describe como "verdura de pobres" ya que es plantada por agricultores a pequeña escala y consumida por personas de ingresos bajos. Sin embargo, también es consumida por personas de todo el espectro social ya que está integrada en la cultura hasta el punto de que hay canciones populares sobre la berenjena. En el estado de Karnataka incluso se considera sagrada por su asociación a un dios hindú. También es usada en la medicina ayurvédica para tratar la diabetes, la hipertensión y la obesidad, y en áreas rurales se usan los brotes secos como combustible.

[14] Según la ONU, una megaciudad es una ciudad con más de 10 millones de habitantes. Según datos de 2018, de las 33 megaciudad del mundo, 5 se encuentran en India: Nueva Delhi, Bombay, Calcuta, Bangalore y Chennai.

[15] Se denomina Ayurveda al sistema tradicional indio de medicina, basada en una aproximación holística y natural para tartar la salud física y mental. Estas prácticas permanecen en el sistema de salud india y los tratamientos combinan productos derivadas de plantas, hierbas medicinales y minerales con la dieta y el estilo de vida.

India produce el 26% de la berenjena del mundo, siendo el segundo mayor productor por detrás de China. En India se cultivan distintas variedades de berenjena, pero debido a la diversidad ecológica del país, el 70% de la producción de berenjena se concentra en 4 estados que comparten frontera con Bangladesh (ver apéndice IVB). Por ello, el problema de los cultivos de berenjena en India son las plagas de EFBS. Los registros de pérdidas alcanzan hasta el 95% de los cultivos. Las características de la berenjena Bt en comparación con las variedades convencionales, son las mismas que las de este cultivo MG en Bangladesh y se recogen en la tabla 5. Existen diferencias, que se muestran en la tabla 7, en cuanto al uso de insecticidas y al rendimiento medio, los cuales son estimados ya que está variedad no ha sido cultivada salvo para ensayos controlados en campo.

Tabla 7. Características diferenciales de la berenjena Bt en India. *Elaboración propia.*

Características	Berenjena Bt
Uso de insecticidas	Reducción de pesticidas del 77% para tratar el EFBS y del 42% para otros insectos, y de sus efectos adversos sobre agricultores que no aplican medidas de seguridad (irritaciones de la piel y los ojos, problemas respiratorios y envenenamientos).
Rendimiento medio	Retorno neto medio de entre 330-397 $/hectárea. Beneficios estimados para India de 400 millones de $ al año.
Producto en mercado	Aumento del 116% de las berenjenas que llegan al mercado respecto a variedades hibridas convencionales de berenjena, y del 166% respecto a variedades de polinización abierta convencionales[16]. Y reducción del precio en el mercado.

Respecto a la prensa escrita en inglés analizada (*The Asian Age, Deccan Herald, Hindustan Times, The Indian Express, The Pionner, The Hindu* y *The Times of India)* hay un número significativo de artículos que transmiten un mensaje de incertidumbre respecto a la berenjena Bt. En el caso de los periódicos *Deccan Herald* y *The Hindu*, que se distribuyen principalmente en dos estados (Karnataka y West Bengal) donde hay un mayor cultivo de berenjena tradicional (ver apéndice IVB), hay artículos con mensajes y metáforas negativos sobre la berenjena Bt. Sin embargo, las fuentes de confianza para agricultores y consumidores son sus semejantes.

Durante el comienzo del proceso de difusión de la berenjena BT en India, otros miembros del sistema fueron relevantes: los agentes de cambio y los *lobbies* anti-OMG (Greenpeace y la comunidad seguidora de la medicina Ayurvédica). El movimiento de las ONGs anti transgénicos, tiene gran influencia en India, y empezó con protestas en 2006 coincidiendo con el comienzo de los ensayos en campo, y tuvo una gran repercusión mediática. Además, se formó la Coalición por una India libre de OMG. Las alegaciones de estas organizaciones fueron sobre la inseguridad de los cultivos MG y sobre el miedo a una explotación de los agricultores por parte de las multinacionales productoras de semillas. En 2008, Greenpeace realizó una campaña en protesta contra la berenjena Bt creando una película ("*Poison on the Platter*", en español, "Veneno en el plato"). Por otra parte, los motivos de la oposición de los practicantes del Ayurveda (AMAI, Asociación de Medicina Ayurvédica de India), especialmente importante como industria y atracción turística en el estado de Kerala, fueron basadas en que algunas de las formulaciones aplicadas en esta medicina usan la berenjena. Por lo tanto, si la berenjena está modificada, sus propiedades curativas también. El movimiento anti-OMG desembocó en protestas y manifestaciones de agricultores en contra de las berenjenas Bt, apoyadas por el

[16] La diferencia entre las variedades autopolinizables o de polinización abierta y las variedades híbridas es que las primeras se propagan naturalmente por polinización (por ello los agricultores pueden guardar las semillas); mientras que las híbridas son la primera generación resultantes del cruce controlado entre una planta masculina y otra femenina (de distinta genética) por polinización controlada (por ello las semillas pierden rendimiento en las sucesivas generaciones y se deben adquirir anualmente) (Kolady & Lesser, 2011).

gobierno de algunos estados, como el de Kerala, durante la campaña electoral. Sin embargo, ningún agricultor mostró rechazo por motivos morales.

Entre las agencias de cambio se encuentran en el Departamento de Biotecnología (DBT) del ministerio de Ciencia y Tecnología. Esta agencia influyó en la introducción en 2002 del algodón Bt en India, de hecho, en 2017 el 93% del algodón plantado en el país era MG. India posee las herramientas regulatorias más desarrolladas para el control de OMG de los países emergentes. El marco legal sobre protección del medio ambiente fue establecido en 1986, regulado por una parte por el DBT y por el Comité de Aprobación de Ingeniería Genética (GEAC) del Ministerio de Medio ambiente y Bosques (MoEF). El DBT es responsable de la aprobación de la investigación sobre OMG y el GEAC sobre la aprobación para ensayos en campo y comercialización. Respecto a los ensayos en campo y la elaboración de estudios sobre toxicidad y bioseguridad la agencia encargada era el Instituto de Investigación Agrícola de la India (IARI). Estas agencias no han realizado labores exitosas de difusión ni divulgación del conocimiento científico sobre la berenjena Bt.

El estado de la propiedad intelectual (PI) también fue objeto de conflicto pues los derechos de PI, como los genes patentados pertenecían a la empresa Mahyco, mientras que las variedades de berenjena eran públicas pues procedían de la autoridad Nacional para la Biodiversidad. Sin embargo, la tecnología de la Berenjena Bt ha sido donada por el sector privado para la incorporación a variedades autopolinizables (o de polinización abierta) de berenjena, que son las usadas por los agricultores de menores ingresos pues permiten guardar las semillas de un año a otro y no comprarlas cada temporada. Sin embargo, las variedades híbridas permanecerían protegidas por la empresa y deberían ser adquiridas por los agricultores a un coste mayor que las semillas de las variedades híbridas tradicionales de berenjena.

Por último, el proceso de desarrollo y posterior decisión de rechazo de la innovación sobre la berenjena Bt en India se resumen en la figura 8.

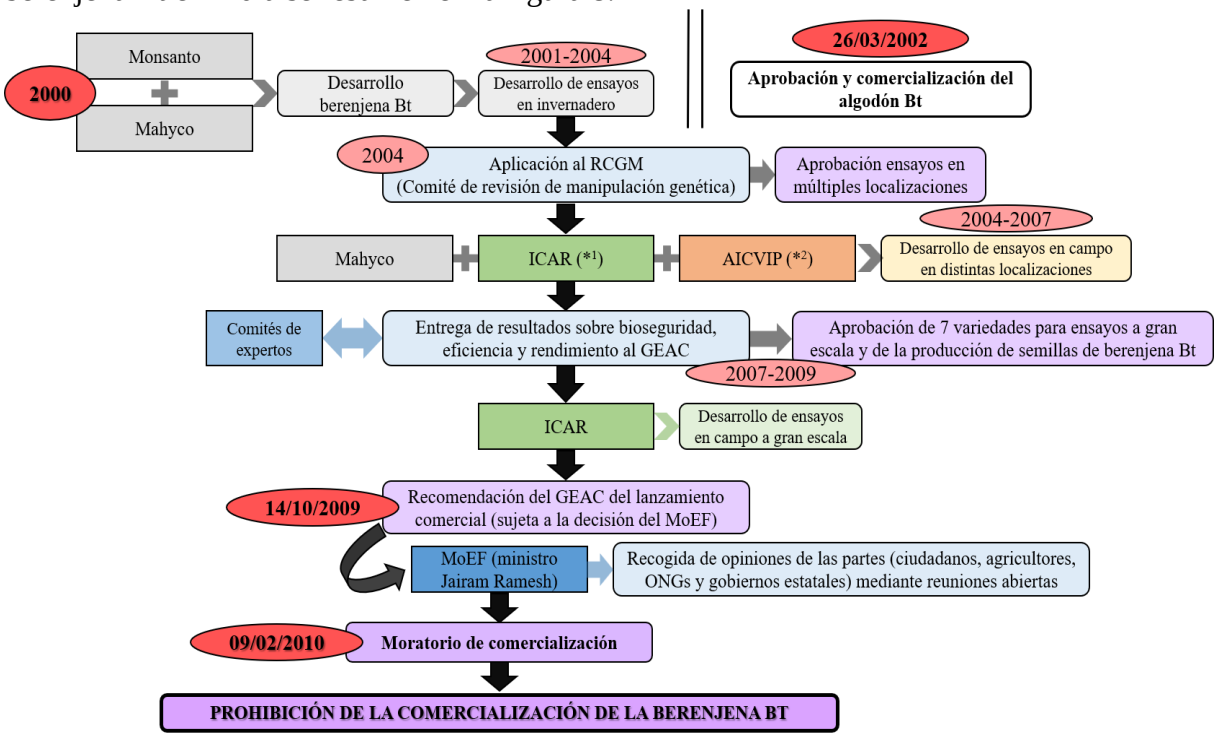


Figura 8. Conceptualización del proceso de desarrollo, aprobación y rechazo de la berenjena Bt en India (2000-actualidad). (*[1]) ICAR: Consejo Indio de Investigación Agrícola. (*[2]) AICVIP: Programa de mejora de vegetales coordinado para India. *Elaboración propia.*

4.2.3. Comparación de la difusión de la berenjena Bt en Bangladesh e India

La berenjena Bt como innovación trata de resolver el mismo problema en Bangladesh e India, la pérdida de las cosechas por las plagas de EFBS para reducir la inseguridad alimentaria mediante el aumento de la productividad del sector agrícola. Sin embargo, este proceso desembocado en distintas decisiones de innovación en estos países: aceptación y adopción en Bangladesh (siendo el primer país en desarrollo en lanzar al mercado un cultivo alimentario MG), y rechazo y posterior prohibición en India (país que ya había aprobado anteriormente un cultivo MG). La comparación entre los factores de difusión de la berenjena Bt y su importancia en ambos sistemas se resume en la tabla 8, donde se muestran los resultados más relevantes.

Tabla 8. Comparación entre los factores de difusión de la berenjena Bt y su importancia en los casos de Bangladesh e India. *Elaboración propia.*

Factores de difusión	Berenjena Bt en Bangladesh	Berenjena Bt en India
Condiciones previas de los individuos y del sistema social	- Uniformidad social y económica en las distintas divisiones. - Falta de marco regulatorio previo y de organismos de control de los cultivos MG.	- Grandes diferencias sociales y económicas en los distintos estados. - Cultivo algodón Bt aprobado, aceptado y comercializado. Existencia de un marco regulatorio previo y organismos de control.
	La agricultura representa ≈14,5% del PIB y ≈55% de la población vive en zonas rurales. Entorno al 14,6% de la población sufre subalimentación crónica.	
Características de los individuos	Menor uso de teléfonos móviles y falta de conexión a Internet en las áreas rurales.	Mayor uso de teléfonos móviles y conexión a Internet en las áreas rurales.
	Influyen en la primera etapa del proceso de decisión de la innovación (creación de conocimiento sobre la berenjena Bt).	
Características de la innovación y propiedad intelectual	- Factor más importante en el éxito de la berenjena que influye en la persuasión durante el proceso de toma de decisión. - Mayor importancia de las ventajas objetivas de la innovación. Posibilidad de probar y observar los resultados.	- Incompatibilidad con valores tradicionales (medicina ayurvédica). - Mayor importancia de los riesgos o desventajas subjetivas de la innovación. Imposibilidad debido a la prohibición total de probar y observar los resultados.
	- Las características de la innovación son las mismas (aumento de los beneficios). - La tecnología es donada a los gobiernos para que distribuyan semillas de variedades de polinización abierta gratuitamente a los agricultores, sin necesidad de comprarlas cada año.	
Canales de comunicación	- Artículos en prensa escrita imparciales y con información objetiva científica. - Poca repercusión mediática de las acciones de las organizaciones anti OMG.	- Artículos en prensa escrita subjetivos, con mensajes y metáforas negativas. - Repercusión mediática de las acciones de las organizaciones anti OMG.
	Canales de comunicación con más importancia e influencia en la aceptación pública: agricultor-agricultor y consumidor-consumidor.	
Elementos del sistema social	- Poca importancia de los líderes de opinión y de los *lobbies.* Mayor importancia de las agencias de cambio. - Políticos influidos por la necesidad de solucionar los problemas sociales. Toma de decisiones basada en evidencias científicas.	- Mucha importancia de los *lobbies* y de sus campañas. Menor relevancia de las acciones de las agencias de cambio. - Políticos influidos por la opinión pública y por las presiones de los *lobbies.*
Fases del proceso y tipo de decisión de la innovación	- Duración del proceso de 10 años. - Decisión de la innovación contingente: adopción de la innovación (aprobación de la comercialización y aceptación social).	- Duración del proceso de 7 años. - Decisión de la innovación autoritaria: rechazo de la innovación (prohibición de la comercialización y rechazo social).

La mayor diferencia entre ambos procesos de difusión de la innovación han sido las fases del proceso y el tipo de decisión de la innovación. Los factores más importantes para el éxito de la Berenjena Bt han sido sus características y el esfuerzo de las agencias de cambio. En India el mayor factor del rechazo ha sido la falta de apoyo de las agencias y de información científica en los medios de comunicación, junto a la oposición de los *lobbies* anti transgénicos.

4.3. Discusión de los resultados

A lo largo de este capítulo se ha mostrado cómo los cultivos MG son una innovación responsable de un cambio de paradigma (Dosi, 1982) o transición sociotécnica (Smith et al., 2005; Verbong & Geels, 2010). Esta innovación puede considerarse como una innovación "transformadora" pues está orientada hacia la resolución de la crisis alimentaria, que es un reto social al que se enfrentan los países de Asia Meridional, y más concretamente India y Bangladesh.

En el caso de Bangladesh la berenjena Bt ha supuesto un cambio sistémico a nivel social, económico y político. Este cultivo MG ha mejorado la calidad de vida de los agricultores de Bangladesh, aumentando seis veces sus retornos y reduciendo los problemas de salud asociados al uso de pesticidas; y en los consumidores ha reducido la inseguridad alimentaria causada por fluctuaciones de disponibilidad de berenjena y, ha reducido también la exposición a agentes químicos. Estos beneficios tendrán mayor repercusión a nivel de sistema social cuando culmine el proceso de difusión de la innovación (Rogers, 2003). A nivel político el cambio de paradigma ha supuesto un mayor compromiso gubernamental con las innovaciones biotecnológicas, creando *de novo* facilitadores institucionales y regulaciones para los cultivos MG. Bangladesh ha pasado de ser un país rezagado en cuanto a la adopción de OMG a ser el primer país en desarrollo en aprobar un cultivo MG para consumo humano. Por el contrario, en India los conflictos y la resistencia a la berenjena Bt no han supuesto una transformación del sistema.

Esta transición sociotécnica debida a la introducción de un cultivo MG ha sucedido a través de un proceso complejo (Smith et al., 2005), como se muestra en las figuras 7 y 8, en el han intervenido numerosos actores dentro del sistema. Es por la interacción entre estos actores (agricultores, consumidores, políticos, instituciones y otras organizaciones) que la tecnología es adoptada y adaptada al contexto local (Rip & Schot, 2002), como en el caso de la berenjena en Bangladesh; o, al contrario, rechazada en el caso de India. La adaptación de la tecnología de la berenjena Bt pasó en Bangladesh por distintos procesos como la creación de servicios de apoyo a la investigación y la creación de capacidades, o la adaptación local de la innovación mediante combinación con variedades de berenjena autóctonas consumidas de forma tradicional. Este proceso fue un proceso activo (Pérez, 2004) que moldeó la aceptación social en Bangladesh. En cambio, la adaptación no fue exitosa en India y causó la resistencia a la difusión de la berenjena Bt en este sistema social, a pesar de tener facilitadores institucionales creados previamente como el GEAC. Es decir, en ambos casos el ambiente social ha actuado como un mecanismo de selección para la aceptación o el rechazo de la berenjena Bt. El ambiente social en el que se difunde una tecnología es importante, como muestran los resultados, y prueba que la cultura moldea la respuesta de un sistema a una innovación (Pérez, 2004). El caso de India demuestra que la resistencia a una transición sociotécnica puede ser muy fuerte (Schot & Steinmueller, 2018).

El estudio de caso de la berenjena Bt ejemplifica cómo el éxito de una nueva tecnología está condicionado por el sistema social y el proceso de difusión de la innovación (Rogers, 2003). Con este estudio de caso en dos países con necesidades sociales y problemas percibidos similares es el propio proceso de difusión de la innovación el que resulta o no en el cambio a un nuevo paradigma (Attewell, 1992). Esto confluye con la teoría de Hekkert et al. (2005) que considera que la difusión de conocimiento a través de redes del SI, entre otras funciones, es útil para la formulación de políticas para favorecer la difusión de la innovación en un sistema concreto y determinar la estrategia para dirigir el cambio técnico de manera óptima. Como se recoge en el capítulo 5, las políticas deben estar adaptadas al contexto social, porque lo que puede resultar ser una ventaja relativa en un sistema puede no serlo en otro.

Respecto a la teoría de difusión de la innovación, los resultados de este caso concuerdan con la teoría de Rogers (2003). Sin embargo, en el proceso de difusión de la berenjena Bt las características de la innovación no explican el 87% de la tasa de adopción de la innovación en India. Las características de la berenjena Bt son las mismas en India y Bangladesh, sin embargo, otros factores de la difusión explican un mayor porcentaje de la tasa de adopción, como los agentes de cambio del sistema social. Este caso corrobora los resultados de Aggey et al. (2015), al estudiar la contribución de cada elemento en el proceso de adopción de una innovación los resultados varían. La explicación es que el proceso de adopción está ligado a un contexto dinámico, y no es generalizable.

La tasa de adopción en Bangladesh como se puede ver en la figura 7B sigue una distribución en forma de S (Rogers, 2003), y aún se encuentra en la fase exponencial, en un futuro puede que culmine cuando se estabilice y la mayoría de agricultores rezagados adopten la berenjena Bt. Por lo que este proceso de difusión de la innovación sigue activo. A pesar de que el proceso de difusión es lento debido a su carácter sistémico (Lundavall, 1992), en el caso de la berenjena Bt y de los cultivos MG el proceso ha sido rápido en comparación con el tiempo que tardan en adoptarse otras innovaciones sociales o tecnológicas. En India, a pesar de que se considera que el proceso de difusión de la innovación ha finalizado sin éxito, también se puede considerar que la decisión de rechazo de la innovación es un aplazamiento de la adopción de la misma, que se podría revertir en un futuro si cambiara la opinión pública y la regulación.

Los elementos que explican la tasa de adopción de la berenjena Bt son: las condiciones previas del sistema social, las características de los individuos, las características de la berenjena Bt y el estado de la propiedad intelectual, los miembros del sistema social y los canales de comunicación. Estos factores también influyen en la aceptación social de este cultivo MG. Según los resultados de estos casos, el tipo de decisión de la innovación y las fases del proceso derivarían de los elementos anteriores, es decir, serían elementos secundarios.

Tanto en India como en Bangladesh las condiciones previas del sistema social marcan el proceso de decisión de la innovación. En ambos países el hambre, la inseguridad alimentaria y la importancia de la agricultura, especialmente en zonas rurales, determinan la necesidad de innovar en los sistemas alimentarios. La berenjena Bt surge como respuesta a estos problemas. El carácter innovador de los individuos y las normas del sistema social son considerados por Rogers (2003) como condiciones previas explicativas del proceso de adopción de la innovación. Sin embargo, en este caso no explican la adopción de la berenjena Bt ya que los resultados son contradictorios. India se podría considerar como un país innovador al encontrarse en la mayoría temprana en cuanto a la adopción de cultivos MG (si se considera a India como la unidad de toma de decisión). En este país desde 1986 existían organismos y regulaciones de la modificación genética y el algodón Bt se adoptó en 2002, pero la berenjena Bt ha sido prohibida. Por el contrario, Bangladesh podría considerarse menos innovador al carecer de estas condiciones y al ser un país en desarrollo con menor inversión en innovación. Por lo tanto, los resultados muestran que las condiciones previas pueden influir en el propio desarrollo de la innovación, pero explican un menor porcentaje del éxito en el caso de la berenjena Bt.

Las características de los individuos (estatus socioeconómico, variables personales y conducta en la comunicación) explican un mayor porcentaje de la tasa de adopción de la innovación y determinan la aceptación social. En el caso de los agricultores el estatus socioeconómico explica la tasa de adopción de la berenjena Bt, y en el caso de los consumidores sería más explicada por las variables personales. La conducta de comunicación influye en ambos grupos. En el estudio de caso de la berenjena Bt en India y Bangladesh los agricultores son los primeros adoptantes de la innovación, ya que si estos la rechazan no llegará a los consumidores que serían el segundo nivel de adoptantes. En el caso de Bangladesh el hecho de que los agricultores con

menor estatus socioeconómico e ingresos sean los destinatarios de la berenjena Bt es importante. El aumento del rendimiento de los cultivos de berenjena Bt repercute directamente sobre sus ingresos y sobre la mejora de las condiciones de vida, es decir, el beneficio es directo. La conducta de comunicación de los agricultores hace que la tasa de adopción se acelere, ya que como los líderes de opinión y la fuente de confianza de los agricultores son otros agricultores, los beneficios son observados. En las zonas rurales de Bangladesh no hay buena cobertura ni conexión a Internet por lo que en este país los agricultores están menos influidos por las redes sociales y los medios de comunicación de masas. En cuanto a los consumidores el estatus socioeconómico es menos importante, y la conducta de comunicación es similar a la de los agricultores, la fuente de confianza son otros consumidores. En cambio, en India los canales de comunicación de masas fueron los más eficaces para crear actitudes frente a la tecnología, y tuvieron más relevancia que los canales interpersonales. En este país, los individuos sí se basaron en el conocimiento difundido por los medios.

Las variables personales de los consumidores influyen sobre su percepción de los riesgos y los beneficios. En el caso de la berenjena Bt la percepción de los beneficios está diluida, ya que los efectos sobre la salud no se observan en el corto plazo, y salvo que el precio de la berenjena sea menor o su disponibilidad sea mayor, la innovación no aporta beneficios aparentes a los consumidores. En el caso de la India, los consumidores y los individuos en general están más influidos por las variables personales y culturales, porque la berenjena está más arraigada en las costumbres locales, y tiene más importancia social. Es por ello, que las modificaciones de la berenjena causan rechazo. También la conducta de comunicación en India varía respecto a Bangladesh pues un mayor porcentaje de la población tienen conexión y acceso a los medios de comunicación, y los mensajes difundidos a través de estos dos canales tienen más repercusión.

Los resultados muestran que la aceptación social varía entre países para el caso de la berenjena Bt pues depende de las condiciones socioculturales. En el caso de India el rechazo social a esta innovación se debe a la oposición a las multinacionales (como muestran artículos de periódicos como "*Monsanto is not Gandhi*", en español, "Monsanto no es Gandhi", ver apéndice I) y la mayor percepción de los riesgos frente a los beneficios por parte de los individuos. Esta mayor percepción de los riesgos puede ser explicada por la información difundida por los medios de comunicación y por la falta de información de evidencias científicas.

Las características de la berenjena Bt y el estado de la propiedad intelectual son iguales en India y en Bangladesh, y explican un gran porcentaje del éxito de este cultivo en Bangladesh. A su vez la aceptación de la berenjena Bt por parte los agricultores, depende sus características agronómicas (Trijatmiko et al., 2016; Steur et al., 2016). No solo influyen las ventajas de la innovación y su compatibilidad con las necesidades. La compatibilidad de las innovaciones con los valores culturales puede explicar el rechazo a la berenjena Bt por parte los practicantes de la medicina ayurvédica. La capacidad para ser probada y observar los resultados ha sido muy importante para el proceso de adopción por parte de los agricultores de Bangladesh, especialmente relevante durante las fases de conocimiento, persuasión y confirmación, ya que este cultivo MG no puede ser reinventado. Esta capacidad para probar los resultados y observarlos se debe a los esfuerzos de las agencias de cambio estatales (DAE y BARI) al distribuir semillas a los agricultores de forma gratuita, y a que estas semillas no tuvieran que ser adquiridas anualmente. Esto propició el que los agricultores pudieran guardar semillas y repartirlas en sus redes de conocidos. En el caso de la India los agricultores no han podido observar los beneficios ni probar la innovación por el moratorio y la posterior prohibición de la berenjena Bt.

El estado de la propiedad intelectual es importante para incorporar el lado de la oferta a la teoría de la difusión de la innovación (Attewell, 1992). La tecnología de la berenjena Bt en India y Bangladesh ha sido donada al gobierno para que pudiera cumplir uno de sus fines que es contribuir al crecimiento económico y a los ODS. Esta estrategia seguida por la empresa Mahyco en India y por el partenariado público-privado en Bangladesh permite que ninguna otra empresa se beneficie de la innovación ya que es de dominio público y el gobierno distribuye las semillas de las variedades de polinización abierta gratis, pero permite también a la empresa recuperar su inversión. La forma de recuperar la inversión es vender las semillas de las variedades híbridas a un precio superior que las de las variedades tradicionales de berenjena, con los agricultores de mayor estatus socioeconómico como clientes. Además, la empresa ahorra costes pues los estudios en campo sobre el rendimiento y la eficacia de la berenjena Bt no son desarrollados por ella sino por institutos de investigación públicos (BARI en Bangladesh e ICAR en India). En base a esto la PI sería una variable importante en el proceso de difusión y determinante para el éxito de la misma, pero sería una variable secundaria.

Los miembros del sistema social y sus esfuerzos serían uno de los elementos que explicarían más porcentaje del éxito o fracaso de la berenjena Bt tanto en India como en Bangladesh, y que condicionan el éxito de los cultivos MG en general. En el caso de la India el fracaso es explicado por la oposición de los *lobbies,* y en el caso de Bangladesh por el apoyo del gobierno y los agentes de cambio. La regulación, desarrollada por el gobierno, es importante en el proceso, y en el caso de la berenjena Bt, como muestra el caso de estudio, hace que la berenjena puede ser observada y aceptada socialmente (como en Bangladesh), y a su vez está influida por la opinión pública (como en India). En general, la regulación es una de las causas del éxito o el fracaso de los cultivos MG, y de la tasa de desarrollo y adopción de la innovación, ya que hace que haya más o menos dificultades para ambos procesos (Potrykus, 2012).

Los roles de los agentes de cambio pueden ser varios: desarrollo de necesidad de cambio, establecimiento de relaciones de intercambio de información, diagnóstico de problemas, prevención de discontinuidades de la adopción… (Rogers, 2003). En el caso de Bangladesh distintas agencias han desempeñado estos roles (figura 7A) y apoyado al proceso de creación de capacidades. Cabe destacar el BARI y el MoA (con los distintos organismos dependientes de él como el AIS o el DAE). El gobierno desarrolla el papel de desarrollo de necesidad de cambio y el establecimiento de relaciones de intercambio de información. Por ejemplo, el AIS distribuye revistas sobre agricultura y boletines con información sobre investigación. El DAE por su parte, desarrolla estrategias (como la distribución de semillas de berenjena Bt) para facilitar el crecimiento agrícola. Las funciones de diagnóstico de problemas y prevención de discontinuidades de adopción serían desempeñadas por el BARI. Este instituto de investigación autónomo realizó tanto los estudios de eficiencia y seguridad para diagnósticas posibles problemas de saludo o medioambientales derivados de la berenjena Bt, y apoyó a la investigación y la creación de capacidad. Para evitar la adopción discontinua participó en la distribución de semillas y en las demostraciones a los agricultores de los resultados de la berenjena Bt. También cabe destacar que el gobierno, el MoA y el MoEF realizaron otras actividades complementarias para influir en todas las fases del proceso de decisión de la innovación. Por ejemplo, creación de guías y políticas, y organización de *workshops.*

En el caso de la India la falta de acciones y de difusión de conocimiento por parte de los agentes de cambio puede explicar el fracaso junto con las acciones de las ONGs y de otras organizaciones anti OMG. Las agencias de cambio no difundieron información pertinente ni

crearon capacidades para lograr la aceptación de la berenjena Bt. En cambio, Greenpeace y otras asociaciones sí realizaron acciones, protestas y difundieron mensajes acentuando los riesgos de este cultivo MG. Durante el año 2009, los *lobbies* en India influenciaron la opinión pública y tuvieron una gran repercusión mediática. Esa repercusión mediática se manifestó en la campaña electoral con la politización de la aprobación de la berenjena Bt. A pesar de que los canales interpersonales tienen mayor eficacia a la hora de crear y cambiar actitudes sobre una idea durante la fase de decisión o persuasión durante el proceso de toma de decisión (Rogers, 2003; Monge et al., 2018), en el caso de la India los canales de comunicación masivos han sido más efectivos para crear conocimiento e influir en el proceso de decisión sobre la berenjena Bt.

Respecto a la decisión de la innovación, en Bangladesh fue optativa pues los agricultores pudieron y pueden decidir si adoptar la berenjena Bt o no, y autoritaria pues el gobierno ratificó su adopción mediante la aprobación de su cultivo y comercialización. En cambio, en la India el gobierno extendió un moratorio a su comercialización y posteriormente prohibió su cultivo y comercialización, obviando la recomendación del GEAC de lanzamiento comercial. Esta decisión de la innovación fue autoritaria. En India, por consiguiente, el rechazo de los individuos es pasivo, no pueden decidir si adoptar la berenjena Bt o no al estar prohibida. Por lo tanto, la decisión de la innovación influye en la tasa de adopción, pero es una consecuencia de todos los elementos del proceso de decisión comentados a lo largo de este aportado. Los resultados apuntan a que la decisión de la innovación de adopción, si está soportada por el gobierno, influye positivamente en la adopción por parte de los agricultores y de los consumidores. En cambio, si la decisión es el rechazo y prohibición de la innovación por el gobierno, los agricultores y los consumidores no tienen la posibilidad de realizar las fases de decisión ni decidir sobre la innovación.

Por último, los factores de difusión de la innovación que han condicionado el éxito de la berenjena Bt en Bangladesh son las características de la innovación y las acciones de los agentes de cambio para favorecer la difusión y la regulación de la misma. En India, los factores de difusión de la innovación que han condicionado el fracaso de la berenjena Bt han sido los mensajes difundidos a través de los *lobbies* con gran influencia en el sistema social a través de los medios de comunicación de masas; y también, pero en menor medida la falta de apoyo institucional y de acciones de las agencias de cambio, junto con variable culturales como la práctica de la medina ayurvédica. Respecto a la importancia relativa de los factores, si bien las características de la innovación son las más importantes para la aceptación social en Bangladesh, que se basa en la percepción de riesgos y beneficios; para la aprobación y comercialización de los cultivos han sido más importantes las agencias de cambio.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones y recomendaciones de políticas

Los cultivos MG son una innovación transformadora propuesta por la biotecnología agroalimentaria que ha supuesto una transición sociotécnica y un cambio de régimen tecnológico en los países donde se han adoptado. Las conclusiones de esta investigación no son generalizables a todos los sistemas puesto que se basa en un estudio de caso, y el trabajo es un estudio piloto. Sin embargo, los resultados obtenidos responden a las preguntas de investigación formuladas: *(1) ¿Cuáles son los factores que condicionan la difusión de los cultivos MG? (2) ¿Cuál es la importancia relativa de cada uno de esos factores para lograr una mayor aceptación social, aprobación y comercialización de estos cultivos MG?* Por otra parte, el marco teórico desarrollado para analizar el caso puede ser usado para el estudio de otros cultivos MG en otros países o contextos sociales.

Respecto a la primera pregunta de investigación, todos los factores de difusión de la innovación condicionan la difusión y el éxito de los cultivos MG pues están relacionados entre sí, y todos ellos influyen en la tasa de adopción de la innovación. Estos factores son los que recoge Rogers (2003) en su teoría sobre la difusión de las innovaciones: características de los cultivos MG, canales de comunicación masivos e interpersonales, fases del proceso de decisión de la innovación y tipo de decisión, características de los agricultores y los consumidores, condiciones previas de estos individuos y del sistema social, presencia de líderes de opinión, agentes de cambio y *lobbies.* Esta tasa de adopción de los cultivos MG determina el que su éxito se alcance más o menos rápido en un sistema social, entendiendo por éxito como la combinación de la aceptación social, la aprobación y la posterior comercialización de los cultivos MG.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación, la importancia relativa de cada uno de los factores no ha podido ser cuantificada numéricamente mediante este estudio, y para ello sería necesario un estudio adicional con entrevistas y cuestionarios con representatividad estadística. Sin embargo, si se ha podido determinar cuáles son los factores de difusión que más afectan al éxito de los cultivos MG. En el caso de los países en desarrollo, para lograr una mayor aceptación social de los cultivos MG los factores más importantes, según el estudio, son las características del propio cultivo, las características de los individuos y la información que las agencias de cambio y los *lobbies* movilizan en los medios de comunicación. En estos países donde la crisis alimentaria es grave y donde una gran parte de la población vive bajo el umbral de la pobreza, los beneficios directos de la innovación (rendimiento de los cultivos en el caso de los agricultores, y características nutricionales y disponibilidad para los consumidores) son muy importantes para la adopción de esta innovación. Para lograr la aprobación y comercialización, al ser procesos que dependen de las autoridades, los factores que más influyen son las presiones de los *lobbies* anti transgénicos, la opinión social y la percepción de riesgos y beneficios de los políticos y las agencias de cambio gubernamentales.

El estado de la propiedad intelectual, considerado en este estudio para incluir el lado de la oferta, también influye en el proceso aunque en menor medida. El hecho de que las empresas puedan proteger en cierta parte la PI de los cultivos MG, por ejemplo, de las semillas híbridas de mayor rendimiento, asegura que continúen con los procesos de investigación y desarrollo de otros cultivos, pues recuperan la inversión; al mismo tiempo, al donar la tecnología facilitan la adopción de los cultivos al hacerla accesible a todos los agricultores, y permite su combinación con variedades locales aceptadas por la población. A pesar de que Rogers (2003) no incluye este elemento como un determinante de la tasa de adopción de la innovación, este estudio apunta a que es un facilitador de la difusión de los cultivos MG.

Por consiguiente, el impacto de este estudio podría verse plasmado en las políticas que se adoptaran en consecuencia. En concreto, las políticas que se detallan a continuación van dirigidas a países en desarrollo, en concreto de Asia Meridional, con una alta prevalencia del hambre y la inseguridad alimentaria. El fin de las mismas es tratar de solucionar en parte estos problemas alimentarios mediante los cultivos MG y alcanzar los ODS para contribuir al crecimiento económico y a la mejora de la calidad de vida de las personas. Debido a que el proceso de difusión de la innovación es dinámico y está ligado a las condiciones del contexto local, las políticas deben ser adaptadas e implementadas a las características de cada sistema social. Es por ello que las conclusiones de este estudio no son extrapolables, pero si pueden servir como estudio piloto para otros posteriores. La base de las políticas para lograr el éxito de los cultivos MG debe ser el apoyo al proceso de difusión de la innovación, es decir, la estrategia a seguir debería ser un apoyo integral a los cultivos, desde la fase de investigación y desarrollo hasta la fase de decisión de la innovación.

Las estrategias políticas que se podrían implementar para acelerar el proceso de difusión de los cultivos MG son: la creación de una regulación que asegure la seguridad para la salud y el medioambiente de los cultivos MG, la actuación activa del gobierno y las agencias de cambio, la difusión y la divulgación de conocimiento científico para fomentar la toma de decisiones basadas en evidencias científicas por todas las partes (agricultores, consumidores y políticos). Debido a que los cultivos MG son una innovación que busca responder a un problema complejo y es necesario un cambio de paradigma, las políticas efectivas que se deben articular deben enfatizar dicho cambio. Es decir, se deben integrar estrategias a todos los niveles para incluir a todos los actores, y moldear tanto las capacidades y las preferencias culturales como las regulaciones. La consecución de unos objetivos a nivel de sistema que concluyan con una mejora del bienestar de las personas y desarrollo para el sistema legitima la aplicación de estas políticas.

La existencia de un marco regulatorio y de organismos de control adecuados es imprescindible para los cultivos MG ya que su fin es el consumo humano, por lo que la regulación debe ser estricta pero flexible para no ralentizar ni aumentar los costes del proceso. No es necesario que el país adoptante de estos cultivos posea previamente una regulación al respecto, sino que se puede crear teniendo las regulaciones de otros países como referencia, así como los protocolos internacionales de bioseguridad. Cabe remarcar que el estado de la regulación y de la aceptación social están íntimamente relacionados: si la decisión de la innovación es autoritaria y se prohíbe un cultivo MG, dicho cultivo no podrá ser plantado ni comercializado y, por tanto, no podrá ser aceptado socialmente y será rechazado de forma pasiva. A su vez, si un cultivo es rechazado por la sociedad, los políticos pueden prohibirlo atendiendo a la opinión pública. Por ello, las estrategias deben ser multidisciplinares.

Una posible estrategia para que las partes tomen decisiones basadas en el conocimiento científico puede ser la organización de seminarios y talleres, tanto para agricultores y consumidores como para políticos, donde se explique la tecnología de la modificación genética y todas sus implicaciones. También se puede divulgar conocimiento científico a través de las redes sociales, cuya importancia está en aumento, o de los medios de comunicación, permitiendo a los periodistas participar en dichos talleres. Debido a que la fuente de información de mayor confianza para los agricultores son otros agricultores, se pueden organizar visitas a los campos de los agricultores más innovadores, para que el resto de interesados puedan observar los resultados de primera mano. Esto puede aplicarse para consumidores, se pueden organizar catas gratuitas de los cultivos MG para que comprueben sus características organolépticas. Es muy importante no solo observar las características de la innovación sino también probarla, luego la estrategia de distribuir semillas gratuitamente a los

agricultores puede ser exitosa. Pero para todo ello es necesario que los cultivos MG estén aprobados por la legislación. En resumen, las políticas deben promover los espacios abiertos para la experimentación, el aprendizaje social y el debate.

Por último, el papel activo del estado y de las agencias de cambio para favorecer el proceso de difusión de los cultivos MG es fundamental, como se ha mencionado a lo largo del trabajo. Esta idea está en consonancia con la nueva corriente de pensamiento[17] que considera que el sector público y los gobiernos deben tener un papel activo a lo largo de todo el proceso de innovación. Es decir, el estado debe explorar los objetivos sociales y promover el proceso de cambio, una vía pueden ser las misiones orientadas a la consecución de los ODS.

5.2. Líneas futuras de investigación

La limitación principal de este estudio han sido los recursos disponibles para el estudio de los dos sistemas social, de India y Bangladesh, sin la interacción *in situ* con los propios individuos del sistema para la elaboración de entrevistas. Por ello, este trabajo puede considerarse el estudio preliminar dentro de una agenda de investigación sobre la difusión de los cultivos MG como innovación. Este trabajo recoge el marco teórico de estudio y la información de fuentes secundarias, y en el futuro se complementará con el estudio en campo.

Este estudio también se puede usar como precedente para investigar la difusión de las innovaciones, en concreto, de las innovaciones en biotecnología agroalimentaria (como los cultivos MG) que pueden ayudar a cumplir con los ODS, y paliar el hambre y la inseguridad alimentaria. Por ejemplo, el arroz dorado[18] en los países del sudeste asiático o el maíz resistente a la sequía[19] en los países de África subsahariana. Comprendiendo los mecanismos del sistema social y de innovación, así como los factores que condicionan el éxito y la difusión de los cultivos MG, se pueden formular políticas adaptadas a cada contexto local, para que estas innovaciones puedan mejorar la calidad de vida de las personas mediante el aumento de la productividad y el crecimiento económico.

---

[17] Lectura recomendada: Mariana Mazzucato (2013). The Entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths. *Ed. Anthem.*

[18] El arroz dorado es una variedad de arroz MG para acumular en el grano provitamina A (compuesto precursor de la vitamina A). Fue desarrollado en 1999 para reducir la prevalencia del déficit de vitamina A de forma efectiva, accesible y sostenible (Dave et al., 2002).

[19] El maíz resistente a la sequía (WEMA, por sus siglas en inglés, *Water Efficient Maize for Africa*) es una variedad de maíz MG con un mayor rendimiento en condiciones de sequías y resistente a plagas de insectos. Fue lanzado en 2008 para reducir la inseguridad alimentaria en agricultores de África subsahariana (CIMMYT, 2019).

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Aggey, M., Kwamina, N., Gharthey, T., & Brown, C. K. (2015). Dissemination effort, innovation attributes, and variations in innovation dissemination rate. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 7:3, 177-191.*

Aldemita, R. R., & Hautea, R. A. (2018). Biotech crop planting resumes high adoption in 2016. *International Service for the Acquisition of Agribiotech Applications, 5698, 1–12.*

Apel, A. (2010). The costly benefits of opposing agricultural biotechnology. *New Biotechnology 27: 635–640.*

Attewell, P. (1992). Technology diffusion and organizational learning: the case of business computing. *Organ. Sci. 3 (1) 1–19.*

Bailey, R. L., West, K. P., & Black, R. E. (2015). The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Annals of Nutrition and Metabolism, 66(suppl 2), 22–33.*

Banco mundial (2019). Actualización de la línea de la pobreza. Disponible online en: https://www.bancomundial.org/es/topic/poverty/brief/global-poverty-line-faq (consultado el 19/08/2019).

Bangladesh Bureau of Statistics, BBS (2019). Yearbook of Agricultural Statistics, 2018. 30th series. Disponible online en: https://databd.co/resources/agricultural-statistics-yearbook (consultado el 12/08/2019).

Beddington, J. (2010). Food security: contributions from science to a new and greener revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1537), 61–7.*

Bongoni, R. & Basu, S., (2016). A multidisciplinary research agenda for the acceptance of Golden Rice. *Nutrition & Food Science, Vol. 46 Iss 5 pp. 717 – 728.*

Brookes, G. & Barfoot, P. (2014). Economic impact of GM crops. *GM Crops Food 5, 65–75.*

Castro, E. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de Administración, 1(2):31-54.*

Chong, M. (2003). Acceptance of golden rice in the Philippine 'rice bowl'. *Nature biotechnology, Vol. 21, number 9.*

CIMMYT (2019). Water Efficient Maize for Africa (WEMA). Disponible online en: https://www.cimmyt.org/projects/water-efficient-maize-for-africa-wema/ (consultado el 20/08/2019).

Davis, G., Dominic, S., Stone, G. D., Glover, D. (2016). Disembedding grain: Golden Rice, the Green Revolution and heirloom seeds in the Philippines. *Agriculture and Human Values.*

Dawe, D., Robertson, R. & Unnevehr, L. (2002). Golden Rice: What role could it play in alleviation of Vitamin A deficiency? *Food Policy 27:541-560.*

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy 11, 147–162.*

Edquist, C. & Lundvall, B.A. (1993). Comparing the Danish and Swedish systems of innovation. *R. Nelson (Ed.), National Innovation Systems, Oxford University Press, New York.*

Eisenhardt, K. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review, 14(4):532-550.*

Elia, M. (2017). Defining, Recognizing, and Reporting Malnutrition. *The International Journal of Lower Extremity Wounds, 16(4), 230–237.*

FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS. (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. *Roma, FAO.*

FAO. (2017 a). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2017. Aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva. *Roma, FAO.*

FAO. (2017 b). The future of food and agriculture – Trends and challenges. *Rome, FAO.*

Feder, G., Just, R.E., Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. *Economic Development and Cultural Change, 33: 255–297.*

Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstanding about case-study research. *Qualitative Inquiry, 12:219-245.*

Freeman, C. (1987). Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. *Pinter Publishers Ltd, London.*

Havelock, R.G. (1971). Planning for Innovation through Dissemination and Utilization of Knowledge. *Center for Research on Utilization of Scientific Knowledge, Institute for Social Research, The University of Michigan, Michigan.*

Hekkert, M.P., Suurs R.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S., Smits, R.E. (2007). Functions of innovation systems: a new approach for analyzing technological change. *Technol. Forecast. Soc. Chang. 74 (4), 413–432.*

Herring, R. (2010). Epistemic brokerage in the bio-property narrative: contributions to explaining opposition to transgenic technologies in agriculture. *New Biotechnology 27: 614–622.*

Horticulture Statistics Division. (2018). Horticultural Statistics at Glance, 2018. Department of Agriculture, Cooperation & Farmers Welfare, Ministry of Agriculture & Farmers Welfare, Government of India**.**

ISAAA. (2017). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. *ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.*

ISAAA. (2018). Bt Eggplant. *ISAAA Pocket K No. 48.* Disponible online en: https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/foldable/Pocket%20K48%20(English).pdf (consultado el 28/07/2019).

ISAAA. (2019). GMO Approval Database. Disponible online en: http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp (consultado el 13/07/19).

Kaplinsky, R. (2011). Schumacher meets Schumpeter: Appropriate technology below the radar. *Research Policy, 40(2), 193–203.*

Kershen, D. L. (2010). Trade and commerce in improved crops and food: An essay on food security. *New Biotechnology, 27(5), 623–627.*

Klümper, W. & Qaim, M. (2014). A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. *PLoS ONE, 9, e111629.*

Know India (2019). Disponible online en: https://knowindia.gov.in/ (consultado el 13/08/2019)

Kolady, D. & Lesser, W. (2012). Genetically-engineered crops and their effects on varietal diversity: A case of Bt eggplant in India. *Agriculture and Human Values - Agric Human Values. 29.*

Kuhlmann, S. & Rip, A. (2018). Next-generation innovation policy and grand challenges. *Science and Public Policy, 45(4), 448-454.*

Kuhn, T. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. *Chicago University Press, Chicago.*

Lucht, J.M. (2015). Public Acceptance of Plant Biotechnology and GM Crops. *Viruses 7, 4254-4281.*

Lundvall, B.A. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of innovation and Interactive Learning. *Pinter, London.*

Mansfield, E. (1968). Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis. *New York: Norton.*

Martini, E., Roshetko, J. M., & Paramita, E. (2016). Can farmer-to-farmer communication boost the dissemination of agroforestry innovations? A case study from Sulawesi, Indonesia. *Agroforestry Systems.*

Mayer, J. E. (2005). The Golden Rice Controversy: Useless Science or Unfounded Criticism? *Bioscience, 55(9), 726–727.*

McGloughlin, M. N. (2010). Modifying agricultural crops for improved nutrition. *New Biotechnology, 27(5), 494–504.*

Mejia, L. A., Dary, O., & Boukerdenna, H. (2016). Global regulatory framework for production and marketing of crops biofortified with vitamins and minerals. *Ann. N.Y. Acad. Sci. 1–12.*

Monge, M., Hartwich, F., Halgin, D. (2008). How change agents and social capital influence the adoption of innovations among small farmers. Evidence from social betworks in rural Bolivia. *IFRI Discussion Paper 00761, Washington, USA.*

Moore, G.A. (2004). Crossing the Chasm: Marketing and Selling Technology Products to Mainstream Customers. *Second ed. Capstone, Oxford*.

Napier, J.A., Haslam, R.P., Tsalavouta, M., Sayanova, O. (2019). The challenges of delivering genetically modified crops with nutritional enhancement traits. *Nature Plants, 5 (6):563-567.*

Navarro, M. J.& Hautea, R.A. (2011). Communication Challenges and Convergence in Crop Biotechnology. *ISAAA: Ithaca, New York and SEARCA: Los Baños, Philippines.*

Navarro, M. J., Tome K., and Gimutao K. (2013). From Monologue to Stakeholder Engagement: The Evolution of Biotech Communication. *ISAAA Brief No. 45. ISAAA: Ithaca, NY.*

OMS (2015). Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias. *OMS, Ginebra.*

Paarlberg, R. (2008). Starved for Science: How Biotechnology is Being Kept Out of Africa. *Cambridge, MA: Harvard University Press.*

Pérez, C. (2004). Technological Revolutions, Paradigm Shifts and Socio-Institutional Change. *E. Reinert (Ed.), Globalization, Economic Development and Inequality: An Alternative Perspective, Edward Elgar, Cheltenham.*

Phillips, P. W. B. (2016). Genetically Modified Organisms and the Future Global Nutrient Supply: Part of the Solution or a New Problem? *World Review of Nutrition and Dietetics, 115, 153–163.*

Potrykus, I. (2012). "Golden Rice", a GMO-product for public good, and the consequences of GE-regulation, *J. Plant Biochem. Biotechnol., 21 (Suppl 1): S68–S75.*

Potrykus, I. (2014). Golden Rice and Beyond. *Plant Physiol, Vol. 125, 2001.*

Prodhan, M.Z.H., Hasan, M.T., Chowdhury, M.M.I., Alam, M.S., Rahman, M.L., Azad, A.K., et al. (2018). Bt eggplant (Solanummelongena L.) in Bangladesh: Fruit production and control of eggplant fruit and shoot borer (Leucinodes orbonalis Guenee), effects on non-target arthropods and economic returns. *PLoS ONE 13(11): e0205713.*

Qaim, M. (2009). The Economics of Genetically Modified Crops. *Annu. Rev. Resour. Econ. 1, 665–694.*

Qaim, M. (2010). Benefits of genetically modified crops for the poor: Household income, nutrition, and health. *New Biotechnology, 27(5), 552–557.*

Raman, R. (2017). The impact of Genetically Modified (GM) crops in modern agriculture: A review. *GM Crops & Food, 8:195–208.*

Rip, A. & Schot, J.W. (2002). Identifying loci for influencing the dynamics of technological development. *K.H. Sorensen, R. Williams (Eds.), Shaping technology, guiding policy. Concepts, spaces and tools, Edward Elgar, Cheltenham.*

Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovation. *5th ed. New York: The Free Press.*

Schot, J. & Steinmueller, W.E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy 47, 1554–1567.*

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. *Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.*

Shelton, A.M., Hossain, M.J., Paranjape, V., Azad, A.K., Rahman, M.L., Khan, A.S.M.M.R., Prodhan, M.Z.H., Rashid, M.A., Majumder, R., Hossain, M.A., Hussain, S.S., Huesing, J.E., McCandless, L. (2018). Bt Eggplant Project in Bangladesh: History, Present Status, and Future Direction. *Front. Bioeng. Biotechnol. 6:106.*

Sinebo, W., & Maredia, K. (2016). Innovative farmers and regulatory gatekeepers: Genetically modified crops regulation and adoption in developing countries. *GM Crops & Food, 7:1–11.*

Smith, A., Stirling, A., Berkhout, F. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Res. Policy 34 (10) 1491–1510.*

Steur, H. D., Wesana, J., Blancquaert, D., Straeten, D. Van Der, & Gellynck, X. (2016). The socioeconomics of genetically modified biofortified crops: a systematic review and meta-analysis. *Ann. N. y Acad. Sci; 1390(1):14-33.*

The Common Wealth (2019 a). Bangladesh. Disponible online en: http://thecommonwealth.org/our-member-countries/bangladesh (consultado el 12/08/2019).

The Common Wealth (2019 b). India. Disponible online en: http://thecommonwealth.org/our-member-countries/india (consultado el 13/08/2019).

Trijatmiko, K. R., Duenas, C., Tsakirpaloglou, N., Torrizo, L., Arines, F. M., Adeva, C., & Slamet-Loedin, I. H. (2016). Biofortified indica rice attains iron and zinc nutrition dietary targets in the field. *Scientific Reports, 6, 1–13.*

Tsatsakis, A. M., Nawaz, M.A., Tutelyan, V. A., Golokhvast, K. S., Kalantzi, O., Chung, D.H., Kang, S.J., Coleman, M.D., Tyshko, N., Yang, S.H., Chung, G. (2017). Impact on environment, ecosystem, diversity and health from culturing and using GMOs as feed and food. *Food and Chemical Toxicology, 107,* 108–121.

UNCTAD (2017). New innovation approaches to support the implementation of the Sustainable Development Goals. *United Nations.*

UNCTAD. (2018). Statistics Data Centre. Disponible online en: https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en (consultado el 28/07/2019).

UNICEF. (2013). United Nations Children's Fund (UNICEF): Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress. *New York, UNICEF.*

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). World Populations Prospects 2019: Data Booket. *ST/ESA/SER.A/424.*

United Nations. (2018). Objetivos de Desarrollo sostenible. Disponible online en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/ (consultado el 13/07/2019).

Verbong, G. P. J., & Geels, F. W. (2010). Technological Forecasting & Social Change Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting & Social Change, 77*(8), *1214–1221*.

Wesseler, J., & Zilberman, D. (2014). The economic power of the Golden Rice opposition: The economic power of the Golden Rice. *Environment and Development Economics, 19, pp 724-742*.

World Health Organization, WHO (2018). Malnutrition. Disponible online en: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition (consultado el 28/07/2019).

World Intelectual Property Organization, WIPO (2019). Getting the most out of your new plant variety (UPOV). Disponible online en: https://www.wipo.int/sme/en/documents/upov_plant_variety_fulltext.html (consultado el 22/07/2019).

Yin, R. (2008). Case study research: Design and methods. *Sage Publications, Thousand Oaks, 4th edition.*

Zaltman, G., & Lin, N. (1971). On the Nature of Innovations. *American Behavioral Scientist, 14(5), 651–673.*

***La bibliografía y las referencias usadas para la obtención de resultados se encuentran en el apéndice I.**

APÉNDICE I: BASE DE DATOS E INFORMACIÓN

Para demostrar la fiabilidad y la validez del estudio de caso, y evitar el sesgo de la subjetividad del investigador, en este apéndice se recogen las referencias de las fuentes de información usadas durante la fase de trabajo de campo del estudio. A su vez en la base de datos online creada se recogen todos los documentos (documentos oficiales, artículos científicos, artículos de prensa y material online disponible) utilizados para la obtención de los resultados.

La base de datos es pública y se puede acceder a ella a través del siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1mg8BeIByolgfA8bm1vmDbVWuzgikU8_5?usp=sharing

A) Organización de la base de datos

La base de datos (**Base datos_Apéndice I_TFM Lucía del Pozo**) se organiza en carpetas de la siguiente manera:

1. Información general sobre la berenjena Bt
2. Caso 1: Berenjena Bt en Bangladesh
3. Caso 2: Berenjena Bt en India
4. Otra información relevante

Los archivos incluidos dentro de cada carpeta se nombran de la siguiente forma:

Autor (año de publicación)_Título o Palabras clave_Fuente

B) Referencias de la información recogida

1. Información general sobre la berenjena Bt

ISAAA (2018). Bt Eggplant. Pocket K No. 48, 1–5. *Global Knowledge Center on Crop Biotechnology.*

Samuels, J. (2013). Transgene flow from Bt brinjal: a real risk? *Trends Biotechnol, 31(6):332-4.*

Shelton, A. M. (2012). Genetically engineered vegetables expressing proteins from Bacillus thuringiensis for insect resistance. *GM Crops & Food, 3(3), 175–183.*

2. Caso 1: Berenjena Bt en Bangladesh

- **Información general (país, problemas, agricultura e individuos)**

FAO (2014). Agriculture Statistics by FAO Bangladesh. Disponible online en: https://www.youtube.com/watch?v=roWymUF4hkM (consultado el 19/08/2019).

FAO. (2014). Bangladesh Country Programming Framework. Towards sustainable agriculture and improved food security and nutrition. *CPF 2014-2018. Dhaka, Bangladesh.*

Kiprop, J. (2018). The Culture and Customs Of Bangladesh. Disponible online en: https://www.worldatlas.com/articles/important-aspects-of-the-culture-of-bangladesh.html (consultado el 19/08/2019).

Ministerio de Exteriores (2018). República Popular de Bangladesh. Ficha país. Oficina de información diplomática. *Dirección General de Comunicación e Información Diplomática. Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. Gobierno de España.*

The Common Wealth (2019). Bangladesh. Disponible online en: http://thecommonwealth.org/our-member-countries/bangladesh (consultado el 19/08/2019).

The World Bank (2018). Bangladesh: Reducing Poverty and Sharing Prosperity. Disponible online en: https://www.worldbank.org/en/results/2018/11/15/bangladesh-reducing-poverty-and-sharing-prosperity (consultado el 19/08/2019).

The World Bank (2019). Bangladesh overview. Disponible online en: https://www.worldbank.org/en/country/bangladesh/overview (consultado el 19/08/2019).

UNESCO (2017). Bangladesh. Disponible online: http://uis.unesco.org/country/BD (consultado el 19/08/2019).

World Population Review (2019). Bangladesh. Disponible online en: http://worldpopulationreview.com/countries/bangladesh-population/ (consultado el 19/08/2019)

- **Información sobre la berenjena Bt, la PI y su proceso de adopción**

APAARI. (2018). Success Story on Bt Brinjal in Bangladesh. *Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions, Bangkok, Thailand. xviii+39 p.*

Meherunnahar, M. & Paul, D.N.R. (2009). Bt Brinjal: Introducing Genetically Modified Brinjal (Eggplant / Aubergine) in Bangladesh. BDRWPS No. 9.

Pansera, M., & Owen, R. (2015). Technological Forecasting & Social Change Framing resource-constrained innovation at the "bottom of the pyramid": Insights from an ethnographic case study in rural Bangladesh. *Technological Forecasting & Social Change, 92*, 300–311.

Prodhan, M. Z. H., Hasan, M. T., Chowdhury, M. M. I., Alam, M. S., Rahman, M. L., Azad, A. K., … Shelton, A. M. (2018). Bt eggplant (Solanum melongena L.) in Bangladesh: Fruit production and control of eggplant fruit and shoot borer (Leucinodes orbonalis Guenee), effects on non-target arthropods and economic returns. *PLoS ONE 13(11): e0205713.*

Rashid, M.A., Hasan, M.K., Matin, M.A. (2018). Socio-economic performance of Bt Eggplant cultivation in Bangladesh. *Bangladesh J. Agril. Res. 43(2): 187-203.*

Shelton, A. M., Hossain, J., Paranjape, V., Prodhan, Z. H., Azad, A. K., Majumder, R., Sarwer, S.H, Hossain, A. (2019). Bt Brinjal in Bangladesh: The First Genetically Engineered Food Crop in a Developing Country. *Cold Spring Harb Perspect Biol, 1–14.*

Shelton, A.M., Hossain, M.J., Paranjape, V., Azad, A.K., Rahman, M.L., Khan, A.S.M.M.R., Prodhan, M.Z.H., Rashid, M.A., Majumder, R., Hossain, M.A., Hussain, S.S., Huesing, J.E.,

McCandless, L. (2018). Bt Eggplant Project in Bangladesh: History, Present Status, and Future Direction. *Front. Bioeng. Biotechnol. 6:106.*

The Cornell Alliance for Science (2016). Bt Brinjal in Bangladesh: Farmers' perspectives. Disponible online en: https://www.youtube.com/watch?v=nEHEt56w0PU (consultado el 18/08/2019).

The Cornell Alliance for Science (2017). Bt Brinjal in Bangladesh: Voices from the field. Disponible online en: https://www.youtube.com/watch?v=-y4eMfd3_1E (consultado el 20/08/2019).

- **Información de los medios de comunicación (prensa escrita)**

Daily Sun (https://www.daily-sun.com/)

New Age (https://www.newagebd.net/)

The Daily Star (https://www.thedailystar.net/)

The Independent (http://m.theindependentbd.com/)

The New Nation (http://thedailynewnation.com/)

- **Información sobre el sistema social**

Chowdhury, A., Odame, H.H., Thompson, S. & Hauser, M. (2015). Enhancing farmers' capacity for botanical pesticide innovation through video-mediated learning in Bangladesh. *International Journal of Agricultural Sustainability.*

Hossain, S.M. & Crouch, B.R. (1991). Patterns and Determinants of Adoption of Farm Practices: Some Evidence from Bangladesh. *Agricultural Systems 38, 1- 15.*

Miller, G. & Mobarak, M. (2013). Learning about new technologies through opinion leaders and social networks: experimental evidence on non-traditional stoves in rural Bangladesh.

Mondal, A.H., Kamp, L.M., Pachova, N.L. (2010). Drivers, barriers, and strategies for implementation of renewable energy technologies in rural areas in Bangladesh-An innovation system analysis. *Energy Policy, (38)4626-4634.*

Panday, P. (2018). Making innovations work: local government–NGO partnership and collaborative governance in rural Bangladesh. *Development in Practice, 28:1, 125-137.*

Rahman, S.A., Taghizadeh, S.K., Alam, M.M.D. (2017). Technology acceptance among micro-entrepreneurs in a marginalized social stratum: the case of social innovation in Bangladesh. *Technological Forecasting & Social Change.*

- **Documentos oficiales**

Bangladesh Biosafety Portal (2017). User's Guide to Biosafety Regulatory Process for Genetically Engineered Plants in Bangladesh. Disponible online en: https://bangladeshbiosafety.org/wpcontent/uploads/2017/11/Users_Guide_to_Biosafety_Regulatory_Process_Bangladesh_2017.pdf (consultado el 20/08/2019)

Bangladesh Biosafety Portal (2019). Bangladeh Biosafety Guidelineas. Disponible online en: https://bangladeshbiosafety.org/bangladesh-biosafety-guidance/ (consultado el 20/08/2019).

Bangladesh Biosafety Portal (2019). Bangladeh Laws and Regulations. Disponible online en: https://bangladeshbiosafety.org/bangladesh-laws-regulations/ (consultado el 20/08/2019).

Bangladesh Biosafety Portal (2019). Disponible online en: https://bangladeshbiosafety.org/ (consultado el 20/08/2019).

Bangladesh Bureau of Statistics, BBS (2019). Yearbook of Agricultural Statistics, 2018. 30th series. Disponible online en: https://databd.co/resources/agricultural-statistics-yearbook (consultado el 20/08/2019).

3. Caso 2: Berenjena Bt en India

- **Información general (país, problemas, agricultura e individuos)**

Government of India, Ministry of Statistics and Programme Implementation (2019). Disponible online en: http://mospi.gov.in/ (consultado el 20/08/2019).

Know India (2019). Disponible online en: https://knowindia.gov.in/ (consultado el 20/08/2019).

National Center for Complementary and Integrative Health, NIH (2019). Ayurvedic Medicine: In Depth. Disponible online en: https://nccih.nih.gov/health/ayurveda/introduction.htm (consultado el 20/08/2019).

National Portal of India (2019). India at a Glance. Disponible online en: https://www.india.gov.in/india-glance/profile (consultado el 20/08/2019).

The World Bank (2018). Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP). India. Disponible online en: https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS (consultado el 20/08/2019).

The World Bank (2018). Poverty & Equity Data Portal. India. Disponible online en: http://povertydata.worldbank.org/poverty/country/IND (consultado el 20/08/2019).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). The World's Cities in 2018. *Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/417).*

World Population Review (2019). India. Disponible online en: http://worldpopulationreview.com/countries/india-population/ (consultado el 19/08/2019).

- **Información sobre la berenjena Bt, la PI y su proceso de adopción**

Chong, M. (2005) Perception of the risks and benefits of Bt eggplant by Indian farmers. *Journal of Risk Research, 8:7-8, 617-634.*

Choudhary, B. & Gaur, K. (2009). The Development and Regulation of Bt Brinjal in India. *ISAAA Brief No. 38.*

ISAAA (2009). Bt Brinjal in India. *Pocket K No. 3, ISAAA.*

ISAAA INDIA (2014). Bt Brinjal Video "The Story of Bt Brinjal in India". Disponible online en: https://www.youtube.com/watch?v=sUqvfpNhGGQ (consultado el 20/08/2019).

Kolady, D. & Lesser, W. (2012). Genetically-engineered crops and their effects on varietal diversity: A case of Bt eggplant in India. *Agriculture and Human Values - Agric Human Values. 29.*

Krishna, V.V. & Qaim, M. (2007). Estimating the adoption of Bt eggplant in India: Who Benefits from public-private partnership? *Food Policy 32, 523-543.*

Krishna, V.V. & Qaim, M. (2008). Potential impacts of Bt eggplant on economic surplus and farmers' health in India. *Agricultural Economics 38, 167–180.*

NDTV (2010). Why farmers don't want Bt Brinjal? Disponible online en: https://www.youtube.com/watch?v=toXxaiGQwwE (consultado del 25/08/2019).

Shelton, A. M. (2010). The long road to commercialization of Bt brinjal (eggplant) in India. *Crop Protection*, *29*(5), 412–414.

- **Información de los medios de comunicación (prensa escrita)**

Deccan Herald (https://www.deccanherald.com/)

Hindustan Times (https://www.hindustantimes.com/)

The Asian Age (https://www.asianage.com)

The Hindu (https://www.thehindu.com/)

The Indian Express (https://indianexpress.com/)

The Pionner (https://www.dailypioneer.com)

The Times of India (https://timesofindia.indiatimes.com/)

- **Información sobre el sistema social**

GEAC (2019). Capacity building activities. Disponible online en: http://www.geacindia.gov.in/capacity-building-activities.aspx (consultado del 20/08/2019).

Greenpeace India (2019). Disponible online en: https://www.greenpeace.org/india/en/ (consultado el 21/08/2019).

Gupta, P.K., Choudhar, B. & Gheysen, G. (2015). Removing Bt eggplant from the face of Indian regulators. Nature Biotechnology, *33*(9), 1–4.

Herring, R. J. (2015). State science, risk and agricultural biotechnology: Bt cotton to Bt Brinjal in India. *The Journal of Peasant Studies, 42:1, 159-186.*

Kim, D.Y., Chitnis, K., Vasanti, P.N., Singhal, A. (2008). Opinion Leadership Networks and Difussion of e-Choupal in Indian Villages. *Journal of Creative Communications, Vol 2, Issue, 3.*

Kudlu, C. & Stone, G. D. (2013). The Trials of Genetically Modified Food. *Food, Culture & Society, An International Journal of Multidisciplinary Research, 16:1, 21-42.*

Seetharam, S. (2010). Should the Bt brinjal controversy concern healthcare professionals and bioethicists? *Indian J Med Ethics, 7(1):9-12.*

- **Documentos oficiales**

DBT (2015). National Biotechnology Development Strategy 2015-2020: Promoting bioscience research, education and entrepreneurship. *Department of Biotechnology, Ministry of Science & Technology, Government of India.*

DBT & CDSCO (2012). Guidelines on Similar Biologics: Regulatory Requirements for Marketing Authorization in India. *Government of India.*

GEAC (2008). Protocols for Food and Feed Safety Assessment of GE crops. *Department of Biotechnology Ministry of Science and Technology, Government of India.*

Horticulture Statistics Division (2019). Horticultural Statistics at a Glance. *Ministry of Agriculture $ Farmers' Welfare, Department of Agriculture, Cooperation & Farmers' Welfare, Horticulture Statistics Division.*

4. Otra información relevante

Falck-Zepeda, J., Yorobe Jr. J., Husin, B.A., Manalo, A., Lokollo, E., Ramon, G., Zambrano, P., & Sutrisno (2012). Estimates and implications of the costs of compliance with biosafety regulations in developing countries. *GM Crops & Food, 3:1, 52-59.*

Islam, K. A., Bashar, M. A., Akhter, N., Mia, M. A. T., Afroj, M., Rahman, M. M. & Baque, M. A. (2016). Diffusion of agricultural innovation through opinion leadership. *International Journal of Business, Management and Social Research, 02(02), 125-131.*

Martini, E., Roshetko, J. M., & Paramita, E. (2016). Can farmer-to-farmer communication boost the dissemination of agroforestry innovations? A case study from Sulawesi, Indonesia. *Agroforestry Systems, 91(5), 811-824.*

Monge, M., Hartwich, F., Halgin, D. (2008). How change agents and social capital influence the adoption of innovations among small farmers. Evidence from social betworks in rural Bolivia. *IFRI Discussion Paper 00761, Washington, USA.*

Moran, N. (2013). Greenpeace campaign prompts Philippine ban on Bt eggplant trials Forma skips tech transfer. *Nature Publishing Group, 31*(9), 777.

Panday, P. (2018). Making innovations work: local government–NGO. *Development in Practice, 28:1, 125-137.*

APÉNDICE II: ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS

A) Protocolo de realización de entrevistas y cuestionarios

Para el comienzo de la realización de entrevistas y cuestionarios se contactó mediante correo electrónico con las posibles seleccionadas (que no implicaran el desplazamiento a Bangladesh ni India). Se identificaron las fuentes tras analizar el marco teórico y se trianguló en función de las partes implicadas en el proceso: agricultores, consumidores y políticos (embajadas de Bangladesh e India en España, oficinas de la FAO en España), *lobbies* anti transgénicos (Greenpeace España y Greenpeace India), expertos (científicos que habían estudiado el proceso de adopción de la innovación en Bangladesh e India), innovación (ISAAA e ISAAA Knowledge Center). Para tener una visión general del proceso de difusión de la innovación se contactó también con los responsables del Proyecto de la Berenjena Bt en Bangladesh.

No se recibió contestación de ninguna de las fuentes salvo de los responsables del Proyecto de la Berenjena Bt en Bangladesh. El correo electrónico enviado como presentación del estudio se modificó en función del destinatario y está en inglés, y es el siguiente:

Dear (…),

my name is Lucía del Pozo, I am a postgraduate student of the Polytechnic University of Madrid. I am writing because I am doing a research for my master thesis. I am studying a Master's degree about Economics and Innovation Management. I am researching the importance of the innovation diffusion factors in the success of the genetically modified crops. I would like to do a comparative case study of the Bt Eggplant in Bangladesh and India. I decided to write you because (…). For that reason your opinion about this topic would add value to my work.

For my research I would like to do a proper case study but as I live in Spain I can not afford going to none of these above countries as I recive no economic support for this project. For that reason I decided to try doing some interviews or letting some experts in the field answer me some questions (if possible). I would really appreciate if you had the time to answer me some questions about this subject so I could have an expert opinion in my thesis (of course I would keep you anonymous if you want).

I completetly understand if you do not want to collaborate with me or you just do not have the time, but if you could it would help me a lot. Or if you can send me a contact of someone who would be interesting in collaborate in this research.

Thank you in advance for taking this into consideration.

Yours sincerely,

Lucía del Pozo Jiménez

B) Cuestionario: preguntas y respuestas

Se obtuvo respuesta del Doctor Anthony Shelton, profesor titular del Colegio de Agricultura y Ciencias de la Vida de la Universidad de Cornell y director del proyecto de la Berenjena Bt en Bangladesh. Como director del proyecto es experto en la difusión de esta innovación. No manifestó su voluntad de que su identidad se mantuviera en el anonimato. Si manifestó su preferencia por contestar preguntas escritas en un cuestionario, por incompatibilidades a la hora de realizar una entrevista vía Skype. Por ello, se le envío un cuestionario en inglés con preguntas cerradas y abiertas sobre el proceso de difusión de la berenjena Bt en India y Bangladesh, y sobre los factores de difusión implicados. Como se muestra a continuación se le proporcionó un marco explicativo de la Teoría de Rogers (2003) en la que se centra el marco teórico desarrollado en el capítulo 4.

(*) Las respuestas y los comentarios adicionales del experto se encuentran en letra azul.

According to the Innovation Diffusion Theory (Rogers, 2003)[20] the factors that explain the different adoption rate of an innovation (in this research the Bt Eggplant) in a social system (in this case the South Asia countries: India, Bangladesh and the Philippines) are:

(1) The perceived attributes of innovations: relative advantage, compatibility, complexity, trialability and observability.
(2) Type of innovation-decision: optional, collective, authority.
(3) Communication channels: mass media or interpersonal.
(4) Nature of the social system: norms, degree of networks…
(5) Extent of change agents' promotion efforts.
(6) The characteristics of individuals: socioeconomic status, morals, practices, problems or aims, innovativeness (innovators or enthusiasts, or skeptics).

As the Bt Eggplant has been the first food crop introduced in South Asia, I would like to know which of the above factors may be more important for the social acceptance, the approval and the final commercialization. It is approved in Bangladesh, but in India because of the critics it is banned and, in the Philippines, it is still on research state.

My questions are:

1. **According to you, which of the above diffusion factors (innovation attributes, communication channels, change agents…) have been the most important to the success of the Bt Eggplant in Bangladesh?** ***I would say #1is the primary factor. Farmers see the benefit, tell others and then it spreads. But #5 is certainly important because the government research institute promoted it.***
2. **Which of the above diffusion factor are causing the rejection of the Bt Eggplant in India?** ***Those who are against the technology have used communication channels to spread their story, so #3.***
3. **If you have to order the innovation diffusion factors from more to less important, how would you order them?** ***#1>#5>#6>#4>#3>#2***

Lots of studies place the focus on the information that the farmers and the consumer get, so my question is:

4. **Which communication channels are more important for farmers** ***farmer to farmer recommendations*****, consumers** ***consumer to consumer recommendations*** **and politicians** ***what is the public opinion and will it benefit my re-election*****? Which ones influences more the public?** ***Personal contact.*** **Which ones are the most trusted?** ***Personal contact.***

India some studies conclude that the anti-GMOs NGOs have been important to the decision of the moratorium, so my question is:

5. **Which importance do you think this kind of NGOs have in the adoption of the innovation?** ***NGOs can have a strong influence on adoption.*** **Why do they act this way, I mean, what motivates the NGOs to go against the scientists' evidence?** ***Anti-GMO is a big business funded by misinformed people.***

The Bt Eggplant could serve to get acceptance of the public so other GM crops could be introduced in Bangladesh for human feed, for example, the Golden Rice 2.

6. **Do you agree with the above hypothesis?** ***Yes. I have been told by anti-GMO people that Bt eggplant is a "trojan horse."***

---

[20] Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovation. *5th ed. New York: The Free Press.*

7. **Do you think that some kind of politics or strategies should be implemented to that happen?** ***The reason that Bt eggplant became available is that the Minister of Ag there saw a severe problem and a technology that would address it. As she told me, "My job is to feed 160 million people and project the environment and if Bt eggplant can help, we will move forward." So, it was a combination of political will and a product that was effective and safe*****.**
8. **Which politics or which kind of communication strategies would you use to accelerate the rate of adoption of the Bt Eggplant in India?** ***The only reason Bt cotton became available in India is interesting and I will copy and paste a paragraph from an article I am writing***

In India, the moratorium on growing Bt eggplant that was put into place in 2010 still exists at the time this article is being written. The frustration of Indian farmers who can look across the border and see their Bangladeshi neighbors increase their eggplant harvests, while dramatically reducing their insecticide use, has led to civil unrest and pressure on the government to overturn the moratorium. A similar situation occurred in India with Bt cotton in 2001, and is described by Herring (2007). Bt cotton was illegally planted and was controlling bollworms while the neighboring fields were being devastated. The government ordered the Bt cotton fields to be burned but the orders were not carried out. Farmers from cotton growing areas threatened to cultivate Bt cotton whether or not they were approved. In the face of fierce opposition by famers, the government quickly approved three Bt cotton varieties and since then the adoption has grown tremendously. In 2017, 93% of the cotton area in India was grown to Bt cotton making it the world leader in Bt cotton production (ISAAA 2017). In 2017, India harvested nearly one-quarter of the world's production of eggplant. It is reasonable to predict that Bt eggplant, if approved, would have a similar adoption trend as did Bt cotton in India.

If you have can tell me more or you think about other questions that could be interesting, every idea would be welcome.

APÉNDICE III: ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y CULTIVO DE BERENJENA EN BANGLADESH

A) Organización territorial de Bangladesh

La República de Bangladesh, cuya capital es Dhaka, está organizada en 8 divisiones administrativas (Barishal, Chittagong, Dhaka, Khulna, Mymensingh, Rajshahi, Rangpur y Sylhet) que se representan en la figura 9. Las divisiones reciben el nombre de sus capitales y se dividen en 64 distritos (en bengalí, "*zilas*"), que a su vez se dividen en subdistrito (en bengalí, "*upazilas*" o "*thanas*") (The Common Wealth, 2019 a).

Figura 9. Mapa político de las divisiones administrativas de Bangladesh. *Adaptado de The Common Wealth (2019 a).*

B) Cultivo de berenjena tradicional

Según el último informe de la Oficina de Estadísticas de Bangladesh (http://www.bbs.gov.bd/) del anuario de estadísticas agrícolas (BBS, 2019) las divisiones que más berenjena producen tanto de variedades de verano como de invierno son Khulna y Rajshahi, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Área plantada de cada variedad de berenjena tradicional en Bangladesh y producción cosechada (2017-2018). *Elaboración propia. Fuente: BBS (2019).*

	Kharif brinjal		***Rabi brinjal***	
División	Área plantada 2017-2018 (hectáreas)	Producción obtenida 2018 (miles de toneladas)	Área plantada 2017-2018 (hectáreas)	Producción obtenida 2018 (miles de toneladas)
Barishal	1127	1470	2416	5668
Chittagong	4082	13036	10995	36416
Dhaka	8436	20254	11832	56097
Khulna	11731	50649	13579	56610
Mymensingh	3288	9755	12693	61446
Rajshahi	9765	43263	13475	64376
Rangpur	6598	19176	12803	60045
Sylnet	733	2542	2825	15204

C) Cultivo de berenjena Bt

Los cuatro primeros distritos donde se plantó la berenjena Bt fueron: Jamalpur (Mymensingh), Gazipur (Dhaka), Pabna (Rajshahi) y Rangpur (Rangpur). Estos distritos se representan en la figura 10 (ISAAA, 2014; Shelton et al., 2018).

Figura 10. Mapa político de los primeros distritos de Bangladesh en cultivar berenjena Bt. Gazipur se representa en rojo por en él se encuentra la sede del BARI. *Adaptado de ISAAA (2014).*

El área de berenjena Bt plantado en Bangladesh desde el año 2014 al año 2018 registrado por agricultores que recibieron semillas por parte del BARI se representa en la tabla 10.

Tabla 10. Área plantada de berenjena Bt y número de agricultores adoptantes en Bangladesh (2014-2018). Representa exclusivamente el área plantada por agricultores que obtuvieron las semillas del BARI y cuyos cultivos fueron registrados. *Elaboración propia. Fuente: Shelton et al., 2018.*

Año/Temporada	Hectáreas cultivadas	N.º de agricultores
2014	2,5	20
2014-2015	15	108
2015-2016	33	250
2016-2017	68,3	512
2017-2018	366,7	5500

APÉNDICE IV: ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y CULTIVO DE BERENJENA EN INDIA

A) Organización territorial de India

La República de la India, cuya capital es nueva Delhi, está organizada en 29 estados (incluyendo el territorio de la capital nacional de Delhi) y 6 territorios de la Unión (Islas Adamán y Nicobar, Chandigarh, Dadra y Nagar Haveli, Damán y Diu, Lakshadweep y Puducherry) que se representan en la figura 11. Cada estado o territorio de la Unión se divide en distritos administrativos, que a su vez se dividen en divisiones administrativas menores (en hindi, "*tehsils*"), y estos en aldeas (Know India, 2019; Common Wealth, 2019 b).

Figura 11. Mapa político de los estados de la India. En letras rojas se representa el territorio de la capital nacional de Delhi, en azul los 6 territorios de la Unión y en negro los 29 estados (en letra negrita, estados con mayor producción de berenjena). *Adaptado de The Common Wealth (2019 b).*

B) Cultivo de berenjena tradicional

Según el último informe de la División de Estadísticas hortícolas del Departamento de Agricultura de la India (http://agricoop.nic.in/) del anuario de estadísticas hortícolas (Horticulture Statistics Division, 2018) las divisiones que más berenjena producen son West Wengal, Orisha y Gujarat, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Área plantada berenjena tradicional en India y producción cosechada (2017-2018). *Elaboración propia. Fuente: Horticulture Statistics Division (2018).*

	Brinjal	
Estado	Área plantada 2017-2018 (hectáreas)	Producción obtenida 2018 (miles de toneladas)
Andhra Pradesh	14,60	380,03
Arunchal Pradesh	0,32	1,82
Assam	17,76	286,35
Bihar	58,22	1241,71
Chhattisgarh	37,93	705,40
Gujarat	70,88	1423,00
Haryana	16,18	319,22
Himachal Pradesh	1,11	25,70
Jammu and Kashmir	2,51	45,62
Jharkhand	80,09	252,60
Karnataka	17,04	431,80
Kerala	1,92	24,05
Madhya Pradesh	51,35	1073,63
Maharashtra	22,48	429,91
Meghalaya	1,08	15,21
Mizoram	2,39	19,33
Nagaland	0,48	3,80
Odisha	117,92	2013,02
Punjab	4,77	103,64
Rajasthan	5,42	29,60
Sikkim	0,54	3,32
Tamil Nadu	15,08	302,41
Telangana	11,27	236,00
Tripura	3,62	77,88
Uttar Pradesh	8,01	275,40
Uttarakhand	2,57	31,34
West Bengal	163,15	3027,75
Otros	1,65	21,25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación del número de casos totales de subalimentación crónica e inseguridad alimentaria en el mundo (año 2018)……..……...1

Figura 2: Distribución de los cultivos MG en el mundo……3

Figura 3: Modelo de las cinco fases del proceso de decisión de la innovación……8

Figura 4: Distribución de la tasa de adopción de una innovación en forma de S y categorías de adoptantes……9

Figura 5: Procedimiento metodológico de la investigación del estudio de caso……..11

Figura 6: Adopción de los cultivos MG en el mundo (1996-2017) medida en el área plantada…….16

Figura 7: Difusión de la berenjena Bt en Bangladesh……..……21

Figura 8: Conceptualización del proceso de desarrollo, aprobación y rechazo de la berenjena Bt en India…….24

Figura 9: Mapa político de las divisiones administrativas de Bangladesh……..49

Figura 10: Mapa político de los primeros distritos de Bangladesh en cultivar berenjena Bt..50

Figura 11: Mapa político de los estados de la India……52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características económicas, sociales y agronómicas principales de Bangladesh y la India……..13

Tabla 2: Atributos de los cultivos MG como innovación según la Teoría de Rogers (2003)….17

Tabla 3: Canales de comunicación a través de los cuales se transmite la información sobre las innovaciones de cultivos MG según la Teoría de Rogers (2003)……...18

Tabla 4: Características destacadas de la población de Bangladesh……..19

Tabla 5: Comparación de las características de la berenjena Bt respecto a las variedades de berenjena tradicionales cultivadas en Bangladesh…….20

Tabla 6: Características destacadas de la población de la India….……..22

Tabla 7: Características diferenciales de la berenjena Bt en India……23

Tabla 8: Comparación entre los factores de difusión de la berenjena Bt y su importancia en los casos de Bangladesh e India……..25

Tabla 9: Área plantada de cada variedad de berenjena tradicional en Bangladesh y producción cosechada (2017-2018).....…….50

Tabla 10: Área plantada de berenjena Bt y número de agricultores adoptantes en Bangladesh (2014-2018)……...51

Tabla 11: Área plantada de berenjena tradicional en India y producción cosechada (2017-2018)……..……...53

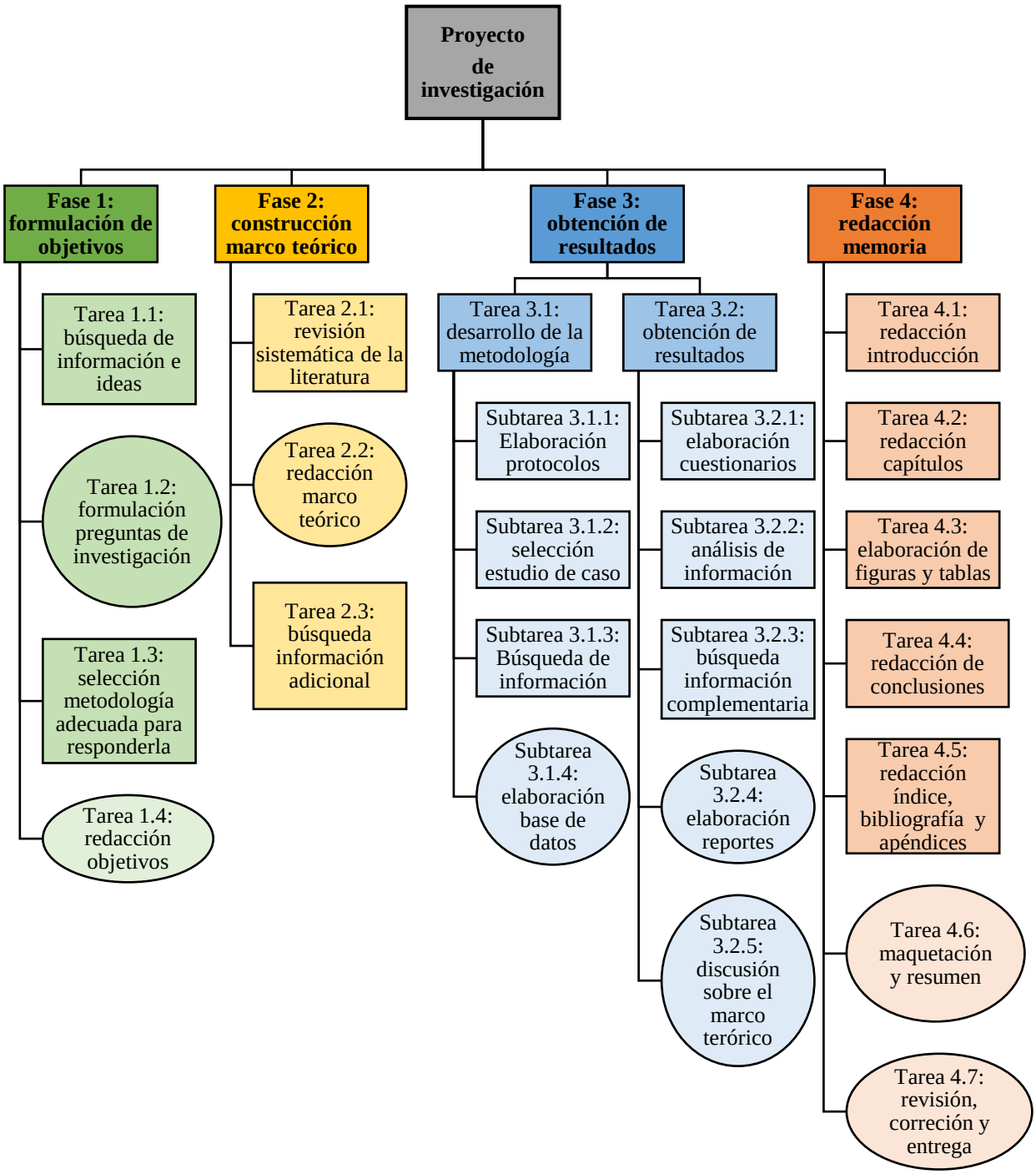
ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

(US) $	Dólar estadounidense (en inglés, *United States dolar*)
ABSP-II	Proyecto de Apoyo a la Biotecnología Agrícola II (en inglés, *Agricultural Biotecnology Support Project II*)
AICVIP	Programa de Mejora de Vegetales Coordinado para India (en inglés, *All India Coordinated Vegetable Improvement Program*)
AIS	Servicio de Información sobre Agricultura (en inglés, *Agriculture Development Corporation*)
AMAI	Asociación de Medicina Ayurvédica de India (en inglés, *Ayurvedic Medicinal Association of India*)
BARI	Instituto de Investigación Agrícola de Bangladesh (en inglés, *Bangladesh Agriculture Research Institute*)
DAE	Departamento de Extensión Agrícola (en inglés, *Department of Agricultural Extensión*)
DBT	Departamento de Biotecnología (en inglés, *Department of Biotechnology*)
EFBS	*Eggplant Fruit and Shoot Borer*
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEAC	Comité de Aprobación de Ingeniería Genética (en inglés, *Genetic Engirneering Approval Committee*)
IARI	Instituto de Investigación Agrícola de la India (en inglés, *Indian Agriculture Research Institute*)
ICAR	Consejo Indio de Investigación Agrícola (en inglés, *Indian Council of Agricultural Research*)
ISAAA	Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas
Mahyco	*Maharashtra Hybrid Seeds Co.*
MG	Modificado genéticamente
MoA	Ministerio de Agricultura
MoEF	Ministerio de Medio ambiente, Bosques y Cambio climático
N.º	Número
NCB	Comité Nacional de Bioseguridad (en inglés, *National Comittee on Biosafety*)
NTCCB	Comité Técnico Nacional sobre Biotecnología de Cultivos (en inglés, *National Technical Committee on Crop Biotechnology*)

ODS	Objetivo para el Desarrollo Sostenible
OMG	Organismo modificado genéticamente
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización no Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PI	Propiedad intelectual
PIB	Producto Interior Bruto
RCGM	Comité de Revisión de la Manipulación Genética (en inglés, *Review Committee of Genetic Manipulation*)
SAEIP	Partenariado para la Mejora de la Berenjena en el Sur de Asia (en inglés, *South Asia Eggplant Improvement Partnership*)
SI	Sistema de innovación
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (en inglés, *United States Agency for International Development*)

PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PRESUPUESTO

La planificación temporal se detalla a continuación mediante la Estructura de Descomposición del Proyecto de investigación, y mediante el Diagrama de Gantt o cronograma. En la Estructura de Descomposición del Proyecto se representa la descomposición de todos los trabajos realizados para el desarrollo de esta investigación; en el Diagrama de Gantt se representa la duración en tiempo de cada una de las actividades realizadas en las que se divide el proyecto.



Estructura de Descomposición del Proyecto. Los elementos o tareas no terminales de cada fase se representan mediante un rectángulo. Los elementos o tareas terminales de cada fase o subfase se representan mediante un círculo. *Elaboración propia.*

		Semanas														
Fases	**Actividades**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Fase 1	Tarea 1.1															
	Tarea 1.2															
	Tarea 1.3															
	Tarea 1.4															
Fase 2	Tarea 2.1															
	Tarea 2.2															
	Tarea 2.3															
Fase 3	Tarea 3.1															
	Subtarea 3.1.1															
	Subtarea 3.1.2															
	Subtarea 3.1.3															
	Subtarea 3.1.4															
	Tarea 3.2															
	Subtarea 3.2.1															
	Subtarea 3.2.2															
	Subtarea 3.2.3															
	Subtarea 3.2.4															
	Subtarea 3.2.5															
Fase 4	Tarea 4.1															
	Tarea 4.2															
	Tarea 4.3															
	Tarea 4.4															
	Tarea 4.5															
	Tarea 4.6															
	Tarea 4.7															

Diagrama de Gantt. Se representan las fases y tareas especificadas en la Estructura de descomposición del proyecto. *Elaboración propia.*

El presupuesto estimado para la elaboración de este proyecto se detalla a continuación:

CONCEPTO	Cantidad	Tiempo	Coste	Total
A. Personal				
• Honorarios investigador	1	720 horas	7 €/hora	5040 €
B. Equipos				
• Ordenador	1	-	200 €	200 €
• Impresora	1	-	50 €	50€
• Conexión a Internet	1	4 meses	20 €/mes	80 €
C. Materiales				
• Fotocopias	100	-	0,05 €	5 €
• Encuadernación memoria	3	-	2,50 €	7,5 €
D. Otros gastos				
• Desplazamientos tutorías	4	-	5 €	20 €
TOTAL PROYECTO				**5402,5 €**