



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección

de Tecnología

Exploración de oportunidades y limitantes para la adopción de innovaciones  
biotecnológicas en agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala, 2021

Tesis que para obtener el Grado de Doctor  
en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Presenta

María de Lourdes Esther Mateos Espejel



**UPAEP – Secretaría General**

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

**Tesis Digitales Restricciones de uso:**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

- I. Planteamiento del Problema
- II. Pregunta de investigación y objetivos
- III. Justificación
- IV. Alcances y limitaciones

### Capítulo 1. Estado del Arte

- 1.1.1 Visiones derivadas de la sociología
  - 1.1.1.1 Teoría de la Difusión de Innovaciones
  - 1.1.1.2 Teoría del Ciclo de Vida de la Tecnología
- 1.1.2 Visiones derivadas de la Psicología
  - 1.1.2.1 Teorías de la Aceptación de la Tecnología
  - 1.1.2.2 Teoría de la Acción Razonada (TRA)
  - 1.1.2.3 Teoría del Comportamiento Planeado (TCP)
  - 1.1.2.4 Modelo de Aceptación Tecnológica
  - 1.1.2.5 Modelo de Aceptación Tecnológica II y III
  - 1.1.2.6 Teoría Social Cognitiva
  - 1.1.2.7 Teoría Unificada de la Aceptación y Uso de la Tecnología
- 1.3 Revisión de la literatura

### Capítulo 2. Perspectiva teórica

- 2.1 Modelo de Aceptación Tecnológica
  - 2.1.1 Fundamentos teóricos
  - 2.1.2 Críticas al Modelo de Aceptación Tecnológica
  - 2.1.3 Aplicaciones del Modelo de Aceptación Tecnológica en la agricultura

## 2.2 Teoría de la Difusión de Innovaciones

### 2.2.1 Concepto de difusión

### 2.2.2 Concepto de innovación

### 2.2.3 Capacidad de innovación del adoptante

### 2.2.4 Canales de comunicación o sistema de difusión

### 2.2.5 Sistema Social

### 2.2.6 Proceso de adopción individual

#### 2.2.6.1 Etapa de conocimiento

#### 2.2.6.2 Agentes de cambio

### 2.2.7 Atributos percibidos de la innovación

### 2.2.8 Esquema teórico de la presente investigación

## Capítulo 3. Estrategia Metodológica

### 3.1 Diseño de Investigación

### 3.2 Selección de casos

### 3.3. Recolección de datos

### 3.4 Presentación de casos

## Capítulo 4. Resultados y Análisis

### 4.1 Estrategia de Análisis

#### 4.1.1 Análisis de casos individuales

#### 4.1.2 Análisis de casos cruzados

#### 4.1.3 Credibilidad del estudio

### 4.2 Resultados y Análisis

## Capítulo 5. Conclusiones

Bibliografía

Anexos

I. Planteamiento del Problema

La necesidad de desarrollar procesos de difusión que motiven la adopción de innovaciones sustentables en la agricultura, como es el caso de los biofertilizantes, se origina por la extensa erosión y degradación de los suelos a nivel mundial. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2019) ha estimado que para el año 2050 se habrán perdido un aproximado de 150 millones de producción de cultivos, lo que es equivalente a 4.5 millones de hectáreas por año o más explícitamente a la pérdida de un campo de fútbol cada cinco segundos.

Así mismo, la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2020) ha remarcado la trascendencia de adoptar nuevas tecnologías en la agricultura para contrarrestar la marginación y pobreza extrema que existe en el 11 por ciento de la población de la población, la cual basa su sustento en la agricultura. Por su parte, el Banco Mundial (2019) ha revelado que los países en desarrollo realizan muy poca inversión en investigación y desarrollo tecnológico en el sector agrícola.

En México, la Revolución Verde como paradigma tecnológico de la agricultura moderna ha imperado desde la década de 1940, situación que ha generado la dependencia de insumos como los plaguicidas, entre los que se encuentran los insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas. Esta dependencia ha sido más intensa en la agricultura industrial que integra cultivos de exportación y la agroindustria nacional. No obstante, la agricultura campesina de temporal también ha visto la invasión de los plaguicidas a través de programas gubernamentales y empresas privadas que aplican la mercadotecnia en puntos de venta cercanos a los cultivos de los agricultores (Bejarano, 2017).

De hecho, después de los fertilizantes, los plaguicidas ocupan el segundo lugar en los insumos con más valor para la producción agrícola en México (Comisión Federal de Competencia

Económica [COFECE], 2015) , ya que se ocupan en un 21 por ciento en naranja, limón, café, plátanos, mango, aguacate, uva, manzana y cacao; 16.6 por ciento en trigo, maíz, arroz, sorgo, avena y cebada; 15.1 por ciento en frijol y garbanzo; 8.8 por ciento en jitomate, chile, cebolla, melón, sandía, tomate verde, papa y calabaza; 10% en soya, cártamo y girasol, y 11.9 por ciento en tabaco, algodón, caña de azúcar, alfalfa, pastos y zacates.

La situación antes descrita impacta en la utilización de alternativas más sustentables; por ejemplo, en México menos del 20 por ciento de los agricultores emplean controles de plagas sin intervención de plaguicidas químicos, los cuales han sido impulsados por la revolución verde, sin casi ninguna capacitación, monitoreo y organización entre productores, gobiernos y especialistas” (Zepeda-Jazo, 2018, p. 103). A pesar de esta situación, los plaguicidas se constituyen como uno de los elementos con más peso dentro de la Ley de Ingresos de la Federación. Para el año 2021 la Cámara de Diputados estimó que los impuestos derivados de la venta de este insumo agrícola serían de 1,816 millones de pesos.

Los datos anteriores destacan la necesidad de generar investigación que motive la adopción de innovaciones que mejoren la fertilidad de los suelos, además de fortalecer los mecanismos existentes para alcanzar la seguridad alimentaria, uno de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible que promueve la ONU (2021) a nivel mundial. Por esta razón, la vinculación entre el conocimiento que poseen los agricultores y el conocimiento que generan los científicos en laboratorios y universidades se constituye como la oportunidad para contribuir a la sustentabilidad de los campos cultivables y la seguridad alimentaria.

## II. Pregunta de investigación y objetivos

<b>Pregunta de investigación</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos particulares</b>
¿Cómo las experiencias que poseen agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala con fertilizantes químicos, plaguicidas y tecnologías encaminadas a la sustentabilidad de los cultivos orientan las oportunidades y limitantes para la adopción de innovaciones biotecnológicas en agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala?	Explorar las oportunidades y limitantes para la adopción de innovaciones biotecnológicas a partir de las experiencias que poseen agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala con fertilizantes químicos, plaguicidas y tecnologías orientadas a la sustentabilidad de los cultivos.	Identificar los tipos de experiencias con tecnologías encaminadas a la sustentabilidad de los cultivos que han desmotivado a los agricultores a adoptar tecnologías sustentables  Identificar los tipos de experiencias que han motivado a los agricultores a adoptar tecnologías encaminadas a la sustentabilidad de los cultivos  Describir el significado que los agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala atribuyen a los fertilizantes químicos y plaguicidas y a las tecnologías encaminadas a la sustentabilidad de los cultivos

Nota: elaboración propia.

## III. Justificación de la investigación

A nivel académico la presente investigación es importante para comprender la adopción de innovaciones tecnológicas en la agricultura, en específico explorar a profundidad los significados que otorgan los agricultores a los fertilizantes químicos y los resultados de experiencias con compuestos de origen orgánico en los cultivos.

Así mismo, es necesario generar mayor investigación sobre identificación de los factores cualitativos que impactan en la adopción de estas innovaciones (Dan, Osterheide y Raupp, 2018), ya que la ausencia de estudios en este aspecto ha impedido comprender el porqué de la preferencia por productos químicos como el caso de fertilizantes químicos como la Urea, Nitrato

de Potasio, Amoniaco entre otros, cuyo consumo supera los 180 millones de toneladas a nivel mundial (FAOSTAT, 2021). Y es que la FAO (2017) ha reportado que los agricultores prefieren los químicos por ser el medio más económico y sencillo para proteger los cultivos, por lo que la existencia de procesos más sustentables como el Manejo Integral de Plagas no han sido exitosos.

Como se ha mencionado anteriormente, la penetración de los plaguicidas en la agricultura campesina de México es un factor que muestra la necesidad de generar investigación sobre la adopción de tecnologías sustentables; sin embargo, en el caso del sector agrícola mexicano, ésta es mínima (Amaro-Rosales y de Gortari-Rabiela, 2016) por la falta de un mecanismo concreto que asegure la convivencia entre el conocimiento local y el conocimiento científico. Además, la problemática se agudiza a causa de una estructura productiva, organizacional y social que actúa en desventaja para el desarrollo de procesos innovadores de los pequeños productores

En este punto, investigar la adopción de tecnologías en la agricultura es determinante para lograr que el conocimiento local y científico encuentren un escenario de convivencia, tal y como lo establecen de Gortari y Rabiela (2016), porque si bien los científicos desarrollan tecnología que puede apoyar a superar estos desafíos, es posible que ésta no llegue a impactar de forma efectiva por la fuerte tradición del uso de fertilizantes químicos y el significado económico que estos poseen en la mente y vida del agricultor, así como las percepciones que poseen los agricultores de los especialistas de instituciones públicas o educativas.

De esta forma, explorar las experiencias de los agricultores resulta necesario para lograr que los desarrollos tecnológicos sean conocidos, comprendidos, empleados y adoptados por los agricultores desde su propio conocimiento y uso. Esta afirmación es sustentada por el posicionamiento que la FAO (2009) manifestó hace más de una década, respecto a la necesidad

de mejorar la vinculación entre la investigación científica, los extensionistas y los agricultores, con el objetivo de estimular la adopción de tecnologías sustentables.

Estas tecnologías, tales como los biofertilizantes, son indispensables para reducir el uso de plaguicidas con peligrosidad alta, con lo cual se contribuiría al alcance de una serie de objetivos del desarrollo sostenible de la agenda 2030 planteada por la ONU, como es el caso del objetivo 2, correspondiente a la promoción de la agricultura sostenible; el objetivo 3 que busca la vida sana y el bienestar; el objetivo 6 relacionado con la gestión sostenible del agua; el objetivo 8 vinculado al trabajo decente; y el objetivo 15 enfocado al uso sostenible de los ecosistemas terrestres y a finalizar la pérdida de la diversidad biológica (Bejarano, 2017).

A nivel informativo la presente investigación resulta necesaria para responder a uno de los cuestionamientos que la misma FAO ha buscado resolver durante los últimos diez años, sobre cómo las instituciones (públicas, privadas, educativas) pueden apoyar en la difusión y adopción de las tecnologías, particularmente entre los pequeños productores.

Por esta razón, la presente investigación está dirigida a instituciones gubernamentales como la Secretaría de Agricultura, Pesca y Ganadería (Sagarpa) y Comisión de Agricultura del Senado de la República, legisladores, productores agrícolas, investigadores en las áreas de biotecnología, agronomía y agronegocios, comercializadores de agroquímicos, extensionistas, periodistas y personas interesadas en el tema.

#### IV. Alcances y limitaciones del proyecto de investigación

El proyecto tiene un alcance exploratorio-descriptivo (Cazau, 2006; Lafuente y Marin, 2008) a partir de las experiencias de agricultores de los estados de Morelos, Puebla y Tlaxcala, lo que indica que los resultados de la presente investigación se limitan únicamente a los casos particulares estudiados, sin oportunidad de generalización.

Y por centrarse en casos particulares, existen un potencial de generar “datos auto-informados” (Avello et al., 2019, p. 11); es decir, datos que con dificultad pueden ser comprobados de manera independiente y con posibilidad de poseer diversas fuentes de sesgo, tales como la memoria selectiva, atribución de eventos ocurridos en distintos tiempos.

Otra de las limitaciones del presente estudio es el acceso a los agricultores, quienes sólo permiten el acceso a sus cultivos a través de contactos de confianza, por lo que la búsqueda de informantes conlleva una gestión más elaborada y de mayor tiempo en el trabajo de campo.

## **Capítulo 1**

### **Revisión teórica de la adopción de innovaciones**

Este capítulo aborda la revisión de modelos y teorías que a nivel práctico y académico han sido empleados para predecir el uso y adopción de la tecnología (Hillmer, 2009). Así mismo, integra las investigaciones más actuales sobre la adopción de innovaciones en el campo a nivel local, nacional e internacional, con el objetivo de identificar las bases teóricas y conceptuales que permitirán sustentar la presente investigación.

#### 1.1.Estado del arte

En este apartado se detallan las aportaciones teóricas y la discusión que existe en la literatura sobre la adopción de innovaciones. Tal y como se puede observar en la Tabla 1, las aportaciones teóricas sobre el tema han surgido principalmente de la sociología y la psicología, ya que el principal interés ha sido reconocer las necesidades que cubre la innovación y los elementos que motivan su aceptación (Taherdoost, 2018). Por esta razón, las disciplinas antes mencionadas han sido el punto de partida para la generación de estrategias y tácticas a nivel práctico.

Ante esto, no sorprende que el estudio de la adopción de innovaciones se haya constituido como objeto de estudio en distintas áreas de conocimiento, tales como la educación (Govender y Govender, 2014; Reyes, 2007), tecnologías de la información y la comunicación, (Davis, 1989; Grover, Kar, Janssen y Ilavarasan, 2019; Lai, 2017; Oliveira y Fraga, 2011), mercadotecnia (Dunphy y Herbig, 1995; Jordan, 2011; López-Bonilla y López-Bonilla, 2011), agricultura (Akudugu, Guo y Dadzie, 2012; Mottaleb, 2018; Nordin, Noor y Saad, 2014), entre otras. Por esta razón, en las siguientes páginas se abordan las principales visiones teóricas desde las que se ha estudiado la adopción de innovaciones, lo que a su vez conlleva un abordaje crítico que orientará los fundamentos teóricos de la presente investigación.

Tabla 1

*Aportaciones teóricas sobre adopción de innovaciones*

Objetivo	Disciplina de origen	Categoría	Teorías y Modelos
Interpretar el uso de la tecnología a nivel social	Sociología (Construcción Social de la Tecnología)	Estudio social de la tecnología	Determinismo Tecnológico (Veblen, 1919), Construcción Social de la Tecnología (Pinch y Bijker, 1984)
Enfoque en la adopción de la tecnología, el ambiente y uso dentro de una organización		Teorías de Difusión	Teoría de la Difusión de Innovaciones o DOI (Diffusion Innovation Theory, por sus siglas en inglés) (Rogers, 2003) Teoría del Ciclo de Vida de la Tecnología (Rogers, 2003; Moore, 1995, 1999)
Enfoque en el interés racional del empleo de la tecnología	Psicología	Teorías de la aceptación del usuario	Teoría de la Acción Razonada (TRA por sus siglas en inglés) (Azjen y Fishbein, 1973, 1975) Teoría del Comportamiento Planeado (TPB por sus siglas en inglés) (Azjen, 1985; 1991) Modelo de la Aceptación de la Tecnología (TAM por sus siglas en inglés) (Davis, Bagozzi y Warshaw, 1989) Modelo de la Aceptación de la Tecnología o TAM 2 (por sus siglas en inglés) (Venkatesh y Davis, 2000) Teoría Unificada de la Aceptación y uso de las Tecnologías de la Información o UTAUT (por sus siglas en inglés) (Venkatesh, Morris y Davis 2003)
		Teoría psicosocial	Teoría Social Cognitiva o SCT (por sus siglas en inglés) (Bandura, 1999)

Nota: La tabla organiza las principales teorías relacionadas con la adopción de innovaciones a partir de la disciplina a la que pertenecen. Elaboración propia con información de Hillmer (2009).

### 1.1.1 Visiones derivadas de la sociología

El Determinismo Tecnológico (Veblen, 1919) y la Construcción Social de la Tecnología (Pinch y Bijker, 1984) son las dos grandes posturas teóricas que han surgido de la sociología para estudiar la tecnología (Yousefikhah, 2016). Ambas explican el proceso de diseño y desarrollo tecnológico, integrando al factor social para comprender el uso e interpretación de la tecnología por parte de los individuos.

El Determinismo Tecnológico concibe a la tecnología como la fuerza motora que genera el cambio social y cultural. Así, esta perspectiva concibe que la sociedad y la tecnología se ubican en esferas separadas, por lo que los cambios tecnológicos se originan de manera autónoma y únicamente dentro de la esfera tecnológica (Elle, Damman, Lentsch, y Hansen, 2010). Por esta razón, no considera las consecuencias sociales del desarrollo tecnológico, puesto que da por hecho que la tecnología es sinónimo de impacto social y económico sin analizar las razones que lo generan (Bucchi, 2004).

En contraposición y años después de que Veblen (2019) concibiera al Determinismo Tecnológico, surge la Construcción Social de la Tecnología por parte de Pinch y Bijker (1984), quienes argumentaron que la acción humana es la que moldea a la tecnología y que más bien debiera concebirse como un constructo social (MacKenzie y Wajcman, 1999). Visión que abrió el camino para comprender que la tecnología está íntimamente ligada con la cultura (Sharif, 2004); ya que moldea la percepción de los usuarios y consumidores respecto a la realidad (Brück, 2006).

Bijker, Hughes y Pinch (1987) apoyaron esta postura al especificar que el contexto social es determinante para la interpretación de la tecnología entre los grupos sociales, los cuales

difieren entre sí, en términos de poder y acceso a recursos. Y es que ambos determinan el uso que los individuos otorgan a la tecnología y las habilidades cognitivas para saber emplearla.

De ahí que las condiciones y los contextos sociales (Burr y Dick 2017; Burns, Machado y Corte, 2015a,b; Baalen, Fenema y Loebbecke 2016; Surry y Baker,2016), los sentimientos humanos (Sillar,1996), así como las esferas políticas, económicas y culturales (Bucchi, 2004; Ninan,2008) sean factores que influyen en el éxito o fracaso de una innovación tecnológica. Por esta razón, Saul y Rosenberg (1984) mencionan que las fases de un proceso de innovación generalmente no poseen una secuencia lineal, lo cual hace difícil separar la etapa de innovación de la etapa de difusión.

De hecho, los economistas de la innovación hablan de un aprendizaje por el uso (Arrow, 1962), en referencia a las mejoras que se le pueden realizar a la tecnología, pero no durante la etapa producción, sino durante la etapa de uso, así como de la acumulación de experiencia sobre definir lo que se busca producir y el mismo proceso de producción con métodos conocidos, lo que a su vez determina lo que se aprende para el futuro (David, 1975). Así, el aprendizaje por el uso se constituye como un punto esencial para comprender cómo los usuarios adoptan la tecnología e incluso la transforman a partir de las interpretaciones derivadas de la cultura y los contextos sociales.

El planteamiento sobre el uso de la tecnología como factor que detona la adopción de la tecnología fue retomada en primera instancia por Rogers (2003) a través de la Teoría de la Difusión de Innovaciones en la agricultura y posteriormente por Moore (1995) con la Teoría del Ciclo de Vida de la Tecnología en el contexto de las tecnologías de la información. Por

tanto, abordar sus posturas teóricas, resultan esenciales para comprender el proceso y los factores que motivan la adopción de innovaciones.

#### 1.1.1.1 Teoría de la Difusión de Innovaciones

La Difusión de Innovaciones, mencionada en la literatura de forma indistinta como Teoría de la Difusión, brinda una discusión conceptual respecto a la adopción o rechazo de la innovación al interrelacionarla con las dimensiones sociales y psicológicas del usuario (Goldsmith y Foxall, 2003). Además de mostrar un análisis teórico que profundiza en la difusión de la innovación (Rogers, 2003). Su objetivo es comprender la adopción de la tecnología a través del análisis del ambiente donde los miembros de una organización social establecen los usos y aplicaciones de la tecnología.

Este paradigma de investigación surge de la sociología rural en la década de 1940, momento en que se constituyó como una subdisciplina de la sociología, enfocada al estudio de los problemas de la vida rural (Rogers, 2001). La Teoría de la Difusión de Innovaciones fue propuesta por Rogers (2003), y su constructo teórico define a la innovación como “una idea, práctica u objeto que un individuo u otra unidad de adopción percibe como nuevo” (p.7540), aunque, si los individuos la perciben como nueva, entonces la seguirán considerando como innovación (Sahin, 2006). En el caso de la difusión, Pérez y Terrón (2004) la describen como “el proceso por el cual una innovación se comunica por cientos de canales a través del tiempo entre individuos de un sistema social” (p. 309).

En la Teoría de la Difusión de Innovaciones se establecen las pautas para que una innovación sea comunicada a través de distintos canales y en un tiempo definido entre los miembros de un sistema social (Lai, 2017). Sin embargo, también ha recibido críticas en cuanto a la delimitación de los resultados de adopción. Por ejemplo, Bayer y Melone (1989) desde hace más de tres

décadas indicaron que la teoría debía ser adaptada a los contextos actuales, ya que no explicaba adecuadamente el comportamiento de los individuos al momento de decidir la adopción de innovaciones. Desde su punto de vista, una gran limitación radicaba en la conceptualización y evaluación de la innovación como “resultado binario” (p. 164), consistente en adoptar o no adoptar. No obstante, 28 años después Khan (2017) indicó que esta crítica debía considerarse en función de la falta de estudios en la literatura sobre el desarrollo de las fases del proceso de difusión, puesto que la mayoría de las investigaciones se concentran en la última fase: adopción o no adopción.

Así, Khan (2017) destaca que la literatura existente abarca escasamente la operacionalización de las cinco etapas del proceso de Rogers (2003), aunque existen excepciones en investigaciones sobre la educación a través de dispositivos móviles, (Celik, Sahin y Aydin, 2014), la adopción de tecnologías en adultos mayores (Gilly y Zeithmal, 1985) y educación a distancia (Li y Lindner, 2007).

Por otra parte, autores como Dimara y Skuras (2002), refieren que la crítica al “resultado binario”, en sí más que limitación, es una dimensión para estudiar la adopción de la innovación, puesto que también existe una segunda categoría que concibe al proceso de adopción a partir de dos o múltiples etapas. Y aunque la adopción sea considerada como una entidad autónoma o un componente de la implementación, la literatura (Kahn, 2017) sugiere que es necesario una comprensión interactiva y multinivel de la adopción.

Al hablar de adopción de la innovación es preciso indicar que puede aplicarse tanto a fenómenos materiales como abstractos, ya que, a través del tiempo, la definición ha variado de manera significativa. En principio se asoció a la ciencia, tecnología; posteriormente al desarrollo

de productos y finalmente a la comercialización de ideas e invenciones (Green, Argawal y Logue, 2015).

En lo relacionado a la toma de decisiones por parte del usuario para adoptar una innovación, Goldsmith y Fosall (2003) así como Pérez y Terrón (2004) han resaltado que la difusión de innovaciones también se enfoca a las dimensiones sociales y psicológicas del usuario; debido a que la toma de decisiones sobre cómo usar y adoptar una innovación se lleva a cabo a nivel individual. Por esta razón, consideran que la adopción es un proceso micro-individual, mientras que la difusión es un proceso macro-social.

Li y Sui (2011) en una revisión sobre los estudios en torno a la Difusión de Innovaciones, revelan la existencia de un amplio interés por el proceso adopción desde el ángulo individual, específicamente sobre los factores que influyen en el individuo. Además, los hallazgos reflejan que la heterogeneidad ha sido considerada por los académicos como factor clave para comprender el proceso de adopción. Y es que la heterogeneidad envuelve a todas las características del individuo que entran en juego durante el proceso de adopción; por ejemplo, los hábitos de vida, preferencias, sensibilidad al precio, entre otros.

En este punto, Hillmer (2009) refiere que una limitante de la Teoría de la Difusión en relación a la toma de decisiones del usuario reside en asumir que la capacidad de adopción es estática; debido a que se espera que un individuo generalmente manifieste el mismo comportamiento hacia cualquier innovación. Sin embargo, es posible que un individuo sea abierto para adoptar una tecnología, pero cerrado para adoptar otra distinta. Aspecto que también aplica en las interpretaciones sobre la ventaja relativa, complejidad y compatibilidad, ya que al ser subjetivas, probablemente varíen de un individuo a otro.

Finalmente, la literatura establece tres grandes críticas (Lyytinen y Damsgaard, 2017) hacia la Teoría de la Difusión. La primera se enfoca al empleo de escalas de tiempo relativamente cortas, la segunda al determinismo que manifiesta al considerar que la adopción sólo puede alcanzarse si las características de la innovación han sido comprendidas y aceptadas totalmente por el usuario, aspecto que no sucede en todos los casos, puesto que es posible que los adoptantes tardíos posean más visión que los adoptadores tempranos o incluso que los innovadores (Rogers, 2003). Y la tercera manifiesta que la Teoría establece que las interacciones entre los proveedores y adoptantes de tecnología se realizan en un espacio relativamente homogéneo. Sin embargo, las restricciones económicas y los objetivos gubernamentales pueden afectar la velocidad y el curso de cualquier proceso de difusión a causa de la influencia de estos factores en la redefinición de alcances, entidades involucradas y cambio de incentivos.

#### 1.1.1.2 Teoría del Ciclo de Vida de la Tecnología

Esta teoría fue desarrollada por Moore (1995) como resultado de un modelo desarrollado a inicios de 1990 en la compañía Regis McKenna, ubicada en Silicon Valley, Estados Unidos. Su aportación fue especificar que los adoptantes tempranos y la mayoría temprana poseen un conjunto de valores y expectativas diferentes; ya que en la Teoría de Rogers la diferencia respecto al grado de adopción de la innovación de ambos tipos de adoptantes es ambigua.

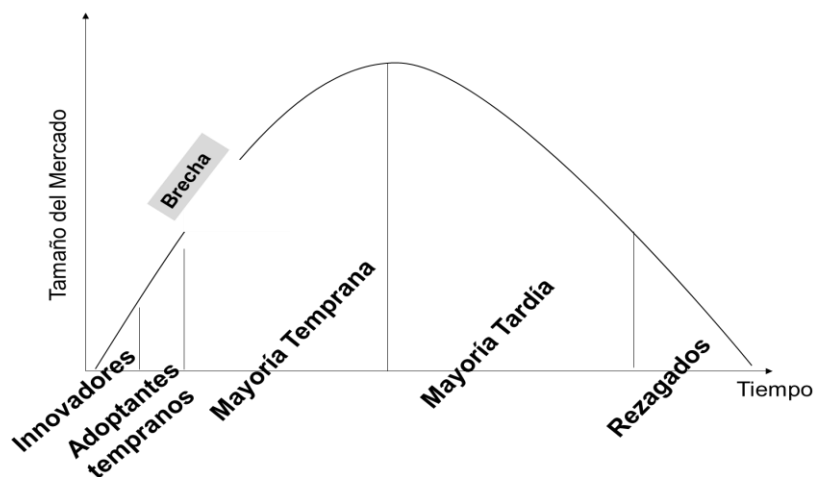
Como podemos apreciar en la Figura 2, en la gráfica de campana que propone Moore (1995) se establece la brecha entre los adoptantes y mayoría tempranos. La explicación sobre las diferencias entre ambos tipos de adoptantes reside en que los adoptantes tempranos esperan una discontinuidad radical entre las viejas y las nuevas formas. “Están preparados para lidiar con errores que acompañan cualquier innovación que se lanza al mercado” (p. 39).

Por el contrario, la mayoría temprana averigua cómo obtener mejoras en la productividad para las operaciones existentes. "Buscan minimizar la discontinuidad con viejos métodos, quieren evolución, más no revolución, quieren tecnología para mejorar, no cambiar las formas establecidas" (p. 39)

Una de las principales críticas (Hillmer, 2009) a esta teoría es dar por hecho que el grado de innovación de los adoptantes es un atributo estático; por tanto, una vez que un individuo ha sido ubicado en alguna de las categorías de adoptantes, esa categoría es la misma para todas las tecnologías. Así mismo, a diferencia de Rogers (2003), quien describe varios elementos que influyen en el nivel de adopción y que interactúan en el proceso de difusión; Moore (1995) ignora las redes sociales y la percepción de los atributos tecnológicos por parte de los adoptantes; sin embargo, es importante precisar que este modelo se aplica en específico al sector de alta tecnología.

Figura 2.

*Ciclo de vida de adopción de la Tecnología*



Nota. La figura muestra el Ciclo de Vida de Adopción de la Tecnología con la incorporación de la brecha entre adoptantes tempranos y mayoría temprana (Moore,1999)

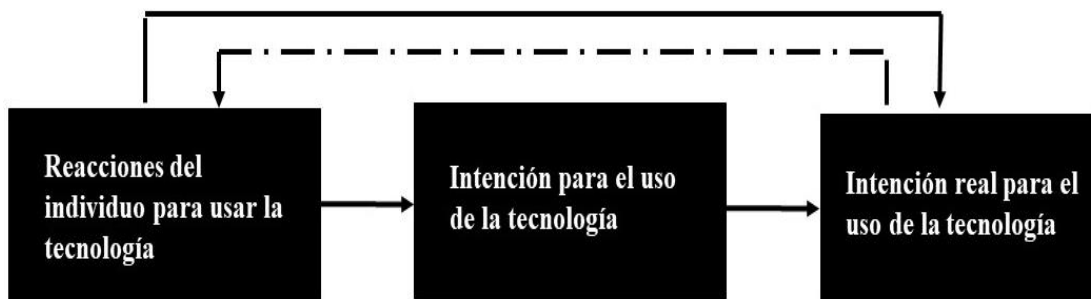
A través de la Teoría de la Difusión de Innovaciones y la Teoría del Ciclo de la Tecnología, se identifican modelos de adopción de tecnología que involucran los factores sociales, culturales y del individuo. Es así, que el siguiente apartado abordará las perspectivas teóricas derivadas de la psicología, las cuales se centran en el interés racional del empleo de la tecnología.

### 1.1.2 Visiones derivadas de la Psicología

Abraham, Brodeau, Junglass y Watson (2009) especifican que la psicología social y cognitiva buscan comprender cada vez más la formulación de las reacciones individuales hacia los comportamientos, ya que los resultados han demostrado que las intenciones de los individuos no conducen siempre al comportamiento esperado. Por esta razón, se han desarrollado modelos que explican el rol de la naturaleza humana en la aceptación de la tecnología. La Figura 3 presenta el modelo genérico de aceptación de la tecnología, el cual es considerado por la literatura (Venkatesh et al., 2003) como el “esqueleto teórico que comparten todas las teorías relacionadas con la aceptación de la tecnología” (Abraham et al., 2009, p.2).

Figura 3.

*Conceptos básicos que incluyen los modelos de aceptación de la tecnología*



Nota: Cada concepto es abordado en los principales modelos de aceptación de la tecnología (Venkatesh et al., 2003).

El modelo indica que el uso de la tecnología está determinado por una intención real del individuo para usar la tecnología. Esta intención, a su vez, depende de las reacciones de individuo hacia el uso de la propia tecnología.

La disciplina que dio origen al estudio de la aceptación de la tecnología corresponde a las Tecnologías de Información, por lo que la investigación ha alcanzado un nivel de madurez en el área de ciencias de la computación, ciencia de datos, sistemas de información e inteligencia artificial (Hillmer, 2009; Silva y Dias, 2007; Sohn y Kwon, 2020). Así mismo, la investigación se ha orientado hacia los profesionales de la salud (Succi y Wlater, 1999), la educación a distancia y el aprendizaje digital (Imtiaz y Maarop, 2014), la agricultura (Silva, Canavari y Sidali, 2017) entre otros. Así, este tipo de estudios demuestran del interés académico por desarrollar las habilidades y conocer el comportamiento hacia el uso de la tecnología en distintas disciplinas (Bueno, Zwicker y Aparecido, 2004)

#### 1.1.2.1 Teorías de la Aceptación de la Tecnología

Varios modelos y marcos de referencia han sido empleados por la literatura (Hillmer, 2009; Koul, y Eydgahi, 2017; Lai, 2016; Li, 2010; Taherdoost, 2018) para explicar la adopción de nuevas tecnologías por parte de un usuario. Estos modelos integran factores que pueden afectar la aceptación por parte del mismo usuario, tal es el caso de Teoría de la Acción Razonada [TRA] de Ajzen y Fishbein (1973) y Fishbein y Ajzen (1975) de la cual se derivó el Modelo de Aceptación de la Tecnología [TAM] a cargo de Davis (1986), y la Teoría del Comportamiento Planeado [TPB] por parte de Ajzen (1991).

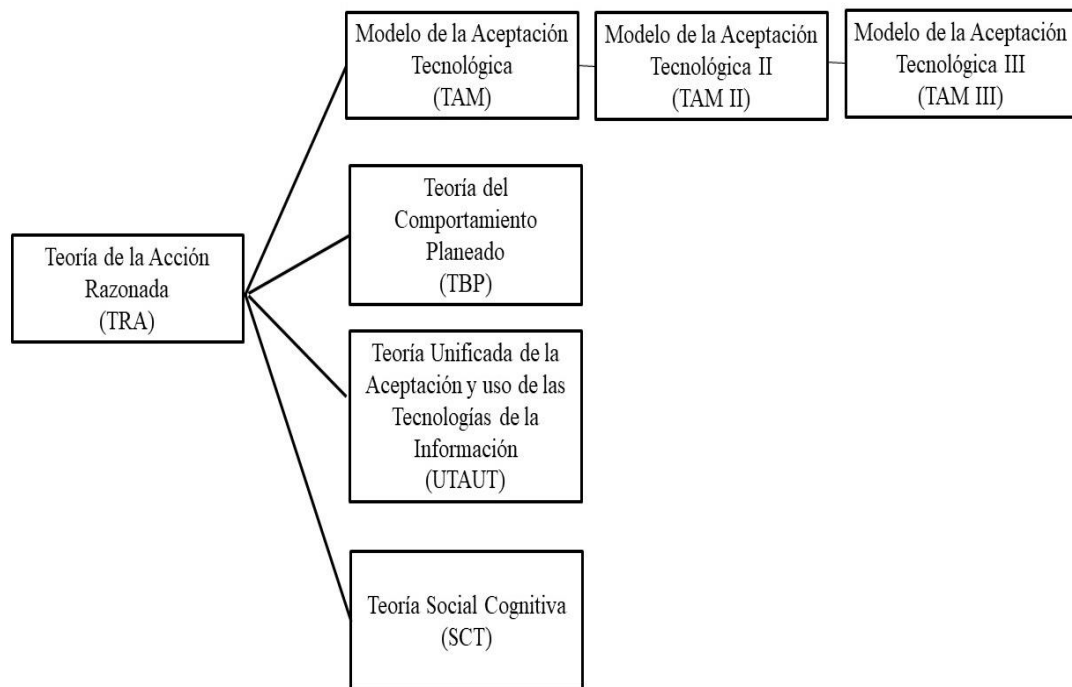
Así mismo, a partir de la TAM surge la TAM2 por parte de Venkatesh y Davis (2000). Por su parte, Venkatesh et al (2003) después de una revisión de ocho modelos, desarrollaron la Teoría Unificada de la Aceptación de la Tecnología [UTAUT]. Así mismo, dentro de este conjunto de teorías y modelos se encuentra la Teoría Social Cognitiva [SCT] (Bandura, 1999). La figura 4

indica las teorías derivadas de la Teoría de la Acción Razonada, y con mayor referencia en la literatura.

Taherdoost (2018) menciona que varios estudios han empleado los marcos de referencia anteriores, así como combinar modelos o integrar nuevos constructos. Y es que una aproximación teórica no es suficiente para refinar la comprensión de las problemáticas involucradas. Sin embargo, para brindar claridad cada una de las teorías y modelos se aborda de forma independiente.

Figura 4.

Teoría de la Acción Razonada y teorías subsecuentes.



Nota: Elaboración propia con información de Hillmer (2009) y Taherdoost (2018).

### 1.1.2.2 Teoría de la Acción Razonada

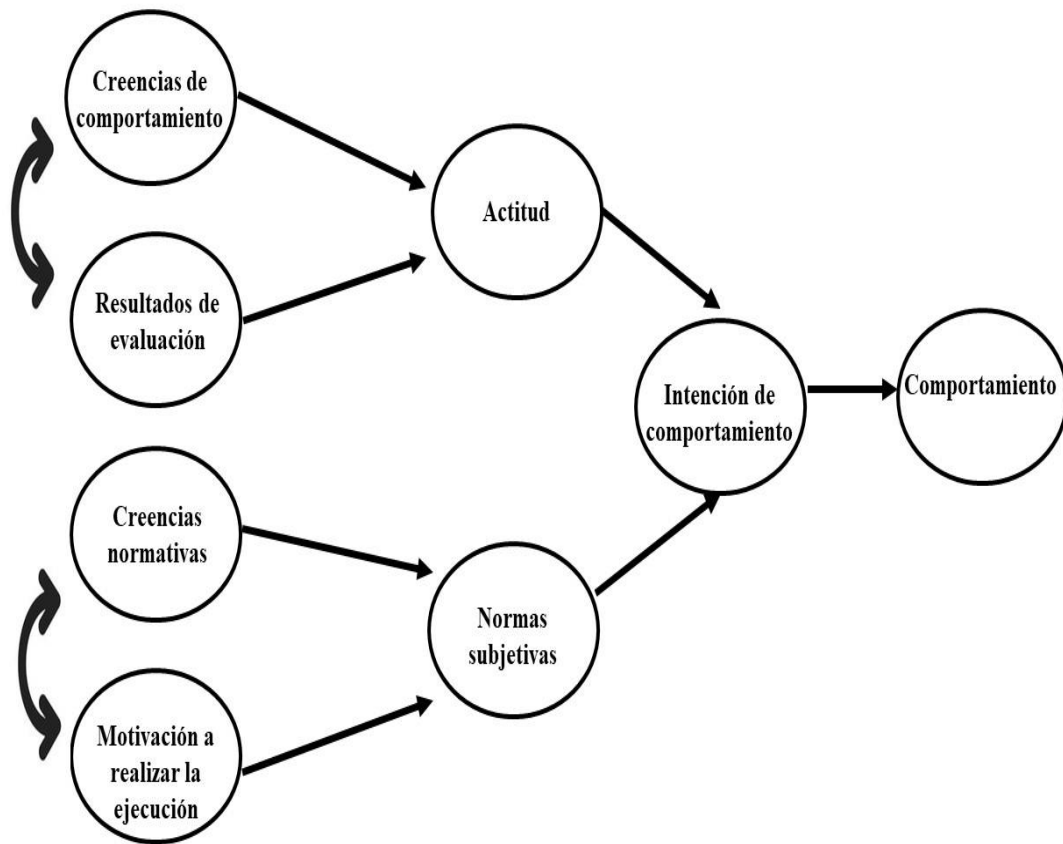
Es una teoría general del comportamiento que fue introducida por Fischbein en 1967 (Fishbein, 2008) y posteriormente desarrollada por Fishbein y Ajzen (Fischbein y Ajzen 1975; Ajzen y Fishbein, 1980) para investigaciones de carácter psicológico y sociológico (Kim y Crowston, 2011; Taherdoost, 2018). El motivo de su creación fue para contrarrestar las constantes fallas en la medición de actitudes que permitieran predecir comportamientos específicos. Cuenta con mayor popularidad en los estudios de aceptación de la tecnología (Lai, 2017) porque su premisa inicial radica en una de las maneras más simples y eficientes para predecir un comportamiento dado: preguntar a la persona si ejecutará el comportamiento (Fishbein, 2008). Así la ejecución o no ejecución estarán determinadas, en primer lugar, por la fuerza que tendrá la intención de una persona para ejecutar o no ejecutar el comportamiento. Por tanto, “la intención se define como la voluntad subjetiva que tendrá el individuo para ejecutar (o tratar de ejecutar) el comportamiento en cuestión” (p. 1).

Fishbien y Ajzen (1975) al ampliar la premisa de la teoría definieron a la actitud como la evaluación individual de un objeto y consideraron a la creencia como el vínculo entre el objeto y algún atributo. Así mismo, establecieron que el comportamiento es el resultado o la intención. En este punto las actitudes son efectivas y se basan en un grupo de creencias acerca del objetivo de comportamiento. Y es que las creencias respecto a un objeto brindan la base para la formación de una actitud. De esta forma, existen tres tipos de creencias: descriptivas, inferenciales e informativas (Reyes, 2007). Las descriptivas son las que surgen de la observación directa de un objeto, en tanto que la interacción que el individuo genera con otra persona da paso a la formación de creencias inferenciales o inobservables. Las creencias informativas son creencias que se adquieren partir de la información obtenida de otros respecto a un objeto.

Otro factor a considerar refiere a las normas subjetivas de una persona, ya que impactan en la intención respecto a ejecutar el comportamiento; puesto que se relacionan con la percepción que tiene un individuo sobre la actitud que demuestra su grupo de pares hacia el comportamiento (Lai, 2017). De acuerdo a la TRA cualquier comportamiento humano logra predecirse y explicarse a partir de tres elementos cognitivos: actitudes, normas sociales e intenciones (Taherdoost, 2018). En la Figura 5 se ilustra la manera en que se establece que el comportamiento es intencional, sistemático y racional.

Figura 5.

*Modelo de la Teoría de la Acción Razonada*



Nota: el modelo fue propuesto por Fishbein y Ajzen (1975)

Igualmente, existen factores que permiten medir y evaluar la teoría, como es el caso del control de la intención, la estabilidad de la intención a lo largo del tiempo, y la medición de la intención en términos de alcance, tiempo, contexto, acción y especificidad.

De esta manera, si una persona percibe que el resultado del comportamiento es positivo, entonces tendrá una actitud positiva para ejecutar el mismo. Esta situación sucede a la inversa cuando el resultado del comportamiento es negativo. Igualmente, si los miembros del sistema social perciben como positivo el comportamiento, el individuo es motivado para lograr la expectativa que poseen los demás. En este punto se origina una norma subjetiva de carácter positivo (Hillmer, 2009). En cuanto a su aplicación Fishbein (2008) establece una serie de pasos que hacen tangible la teoría, tal y como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2.

*Aplicación de la Teoría de la Acción Razonada*

<b>Pasos</b>	<b>Acción</b>	<b>Aspectos fundamentales</b>
Primero	Identificar el comportamiento que se dea comprender, predecir, cambiar o reforzar.	Es necesario distinguir entre comportamientos, categorías de comportamientos y objetivos . Para identificar el comportamiento es necesario analizar elementos como: acción (unirse, usar, comprar, vender) objetivo (tipo de tecnología), contexto (lugar, etapa de vida) y tiempo
Segundo	Identificar la población específica a ser considerada	La intención, el contenido substancial del comportamiento y las creencias normativas varían en función de la población considerada
Tercero	Comprender el porqué algunos miembros de la población ejecutan el comportamiento y los demás no lo ejecutan.	Se determina si las personas no tienen intenciones formadas para ejecutar el comportamiento. Es posible determinar si la población es influenciada primeramente por actitudes o normas.
Cuarto	Identificar comportamientos específicos o creencias normativas que logran discriminar aquellos que no	Para una predicción apropiada y total comprensión de un comportamiento dado, es indispensable medir creencias, actitudes, normas e intenciones que correspondan al comportamiento que se busca predecir. A esto

ejecutan o intentan ejecutar se le conoce como el principio de  
el comportamiento correspondencia o compatibilidad.

---

Nota: Elaboración propia con información de Fishbein (2008)

No obstante, la TRA ha recibido bastantes críticas (Trafimow, 2009) en lo concerniente a la distinción entre actitud y normas subjetivas. Este problema, de carácter conceptual (Liska, 1984; Miniard y Cohen, 1982) reside en que las actitudes son determinadas por las creencias que surgen a partir de las evaluaciones de las consecuencias, mientras que las normas subjetivas son determinadas por las creencias normativas.

Sin embargo, el problema conceptual reside en identificar si las creencias de comportamiento y las creencias normativas sólo refieren a nombres diferentes, en tanto que pudieran significar el mismo constructo teórico. Otra limitación es que la Teoría no aplica para todos los tipos de comportamiento humano, además de que no considera que las creencias de las actitudes deben relacionarse con el contexto del comportamiento, pues el contexto es el que moldea las actitudes hacia un comportamiento. Saver (1983) menciona que la cuestión reside en conocer cuál es la naturaleza del comportamiento y el contexto donde se desarrollan las creencias.

### 1.2.2.3 Teoría del Comportamiento Planeado

Este modelo es una extensión de la Teoría de la Acción Razonada que se basa en el Control de Comportamiento Percibido [PBC] (Taherdoost, 2018). Fue desarrollada por Ajzen (1991). Los primeros dos factores que componen esta Teoría son los mismos que la TRA (actitud y normas subjetivas). El tercer factor es el PBC, el cual refiere a las percepciones sobre la facilidad o dificultad para ejecutar el comportamiento de interés (White et al, 2015). La investigación ha demostrado que las percepciones de control también influyen directamente en el comportamiento.

White et al (2015) señalan que la premisa de esta teoría es proponer que las actitudes están determinadas por las creencias individuales acerca de las ventajas o desventajas de ejecutar un comportamiento. Mientras que las normas subjetivas son determinadas por las creencias que una persona tiene sobre si sus pares aprobarán o desaprobarán la ejecución del comportamiento. Finalmente el PBC se basa en las creencias individuales respecto a si los factores externos pueden prevenir o asistir en la ejecución del comportamiento. Por tanto, identificar las creencias permite diseñar intervenciones para promover la ejecución del comportamiento al alternar creencias existentes o exponer las nuevas creencias (Ajzen, 2019). La figura 6 es una representación esquemática de la teoría.

Las intervenciones diseñadas para cambiar el comportamiento pueden ser dirigidas hacia uno o más determinantes: actitudes, normas subjetivas o percepciones del control de comportamiento. Para el Ajzen (2019) cambiar uno de estos factores produciría cambios en las intenciones de comportamiento y brindaría un control adecuado sobre el mismo. De ahí que las nuevas intenciones puedan producirse únicamente bajo circunstancias apropiadas.

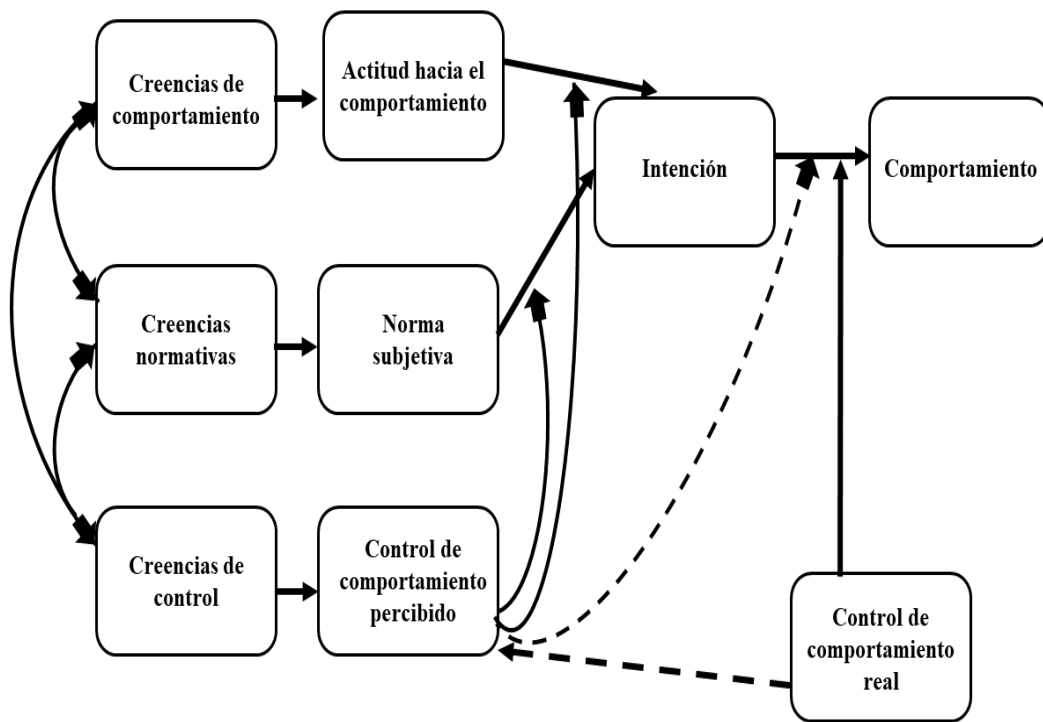
Las críticas hacia esta teoría (Barber, 2012) residen en que se considera demasiado lógica o racional. Así mismo, no brinda una solución completa (Jokonya, 2017) debido a que enfrenta retos como la exclusión de los hábitos y constructos respecto a variables moderadoras de emociones, así como la falta de relaciones entre predictores determinantes. Para los críticos, los estudios basados en la PBC enfrentan retos en detectar la influencia de las creencias durante la implementación y uso de la tecnología, como son los sistemas de información (Pavlou y Fygenson, 2006).

Por tanto, proponen la realización de estudios longitudinales por brindar mayor probabilidad de obtener una mejor comprensión de la relación que existe entre los constructos y el

comportamiento de los usuarios que influyen en la generación de futuras creencias. Otros señalamientos han especificado que la debilidad de la TPB es la falta de argumentación al momento en que se prueba en contextos diferentes, específicamente en los de tecnologías de información. Esto, debido a que su constructo original no contempla totalmente cada contexto (Jokonya, 2015).

Figura 6.

*Teoría del Comportamiento Planeado*



Nota: modelo propuesto por Ajzen (2019)

1.2.2.4 Modelo de Aceptación Tecnológica

Es un modelo derivado de la Teoría de la Acción Razonada, desarrollado por Davis (1989), cuya contribución fue esencial en la literatura porque inició la conversación sobre la

importancia de las percepciones individuales de la tecnología. Se centra en explicar la motivación de los usuarios (Dadayan y Ferro, 2005; Davis, 1989; Taherdoost, 2018) a través de los factores utilidad percibida y facilidad percibida de uso

#### 1.2.2.5 Modelo de Aceptación Tecnológica II y III

Hillmer (2009) establece que el Modelo de Aceptación Tecnológica II [TAM2] es una revisión de la primera versión, en la que se incluyen dos grupos de constructos: influencia social (normas subjetivas, imagen y voluntad) y cognición (relevancia del trabajo, resultados de calidad y los resultados de demostración). Esto con el objetivo de mejorar el poder de predicción de la utilidad percibida tanto en ambientes donde el usuario ejerce el comportamiento de manera voluntaria o impuesta (Tardehoost, 2018).

A partir del TAM 2, Venkatesh y Bala (2008) hicieron una combinación con el modelo de determinantes de utilidad percibida de uso realizado por Venkatesh (2000), y desarrollaron un modelo integral de aceptación de la tecnología conocido como TAM3 (por sus siglas en inglés). En éste se emplean cuatro tipos de características diferentes a las empleadas con anterioridad: diferencias individuales, características del sistema, influencia social y facilidad de las condiciones, las cuales son determinantes para la utilidad percibida y la facilidad percibida de uso. El TAM3 ha sido aplicado en las implementaciones de sistemas de información.

#### 1.2.2.6 Teoría Social Cognitiva

Es una de las teorías de aceptación de la tecnología que se inspira en su totalidad en la psicología (Taherdoost, 2018). Fue desarrollada por Bandura (1999) con base en factores de comportamiento, personales y ambientales, los cuales interactúan bidireccionalmente con el objetivo de predecir tanto el comportamiento grupal como individual. En el modelo de la Teoría Social Cognitiva [SCT] el factor de comportamiento se enfoca en los problemas de uso,

ejecución y adopción. En tanto que el factor personal es cualquier aspecto de personalidad, cognitivo y demográfico que caracterizan a una persona. Sin embargo, el factor ambiental incluye factores sociales y físicos que se encuentran de forma externa al individuo. De esta forma, la SCT es una “estructura triádica en la que estos tres factores constantemente influyen uno a otro, de forma bidireccional” (Bandura, 1999, p.21). El modelo de la SCT está integrado para evaluar el uso de la tecnología a través del empleo de constructos como la auto eficacia, las expectativas de la ejecución, ansiedad, afectividad y expectativas personales.

Si bien estos aspectos permiten comprender la adopción de tecnología, el aprendizaje social y la auto eficacia resultan los más convenientes para explicar las ventajas de la SCT. La tabla 4 explica los aspectos antes mencionados.

Tabla 4.

*Aspectos de la Teoría Social Cognitiva*

<b>Aspecto</b>	<b>Definición conceptual y rol en la adopción de tecnología</b>
Aprendizaje Social	<p>Los individuos son capaces de aprender no sólo a partir de sus propias experiencias, sino también de las experiencias de las personas que los rodean.</p> <p>La habilidad de los seres humanos de aprender a partir de la observación más que de la propia experiencia es uno de los conceptos fundacionales de la Teoría Social Cognitiva al que se le denomina experiencia vicaria</p> <p>Posee dos roles potenciales.</p> <p>Primero, una innovación puede ser mayormente considerada para adoptarse, debido a que los individuos moldean su visión del mundo al observar a otros adoptar una innovación.</p> <p>Segundo no sólo la influencia del aprendizaje social influye en la decisión de adopción de la tecnología, sino la exploración de internet, los medios de comunicación masiva y los celulares.</p> <p>El rol en la adopción los juicios individuales influyen en la capacidad para completar las tareas que demanda una tecnología.</p>

Nota: elaboración propia con Información de Lai (2016) y Bandura (1999)

Entre sus principales críticas (Matthew et al, 2009) se encuentra que los estudios han sido muy comprensivos en considerar que un cambio en las expectativas a través de la experiencia vicaria puede impactar en la motivación del individuo. No obstante, esta situación dificulta la operacionalización y evaluación de la teoría como un todo. Además, los estudios que empujan la SCT como constructo teórico base han sido criticados por emplear sólo uno o dos conceptos de la teoría para explicar resultados de comportamiento (Baranowski, Perry, y Parcel, 2002).

#### 1.2.2.7 Teoría Unificada de la Aceptación y Uso de la Tecnología

Esta teoría surge a partir de la comparación de similitudes y diferencias entre ocho modelos que habían sido usados en el contexto de los sistemas de información (Venkatesh y Morris 2000), los cuales tienen su origen en la sociología, psicología y las comunicaciones. Esta comparación de modelos incluye al TAM, TRA, PBC, Teoría de la Difusión de Innovaciones, así como el Modelo de utilización de Computadoras Personales, Modelo Motivacional y la SCT

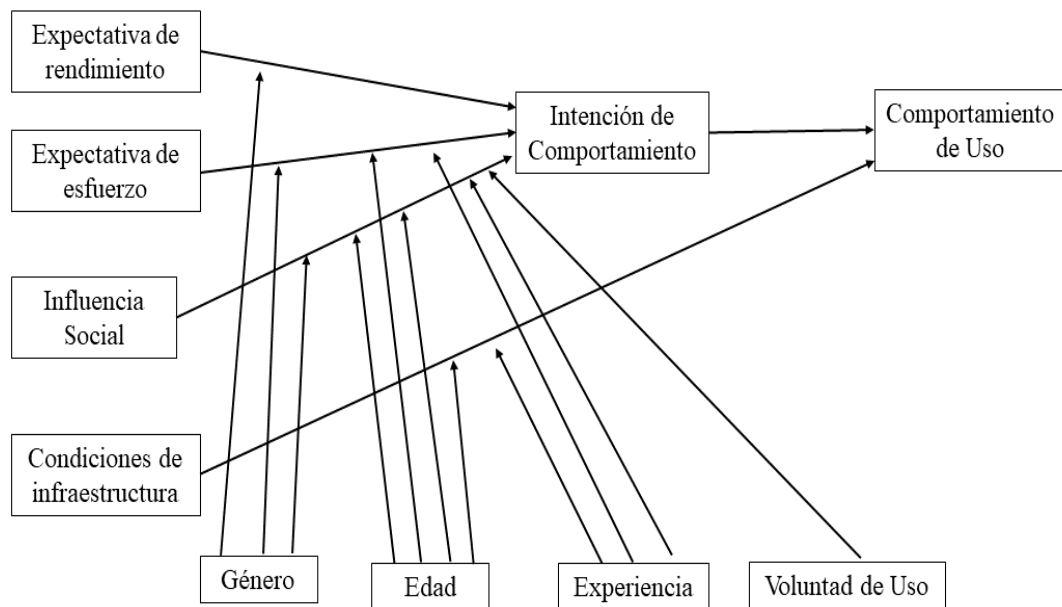
La Teoría Unificada de la Aceptación y Uso de la Tecnología [UTAUT] tiene cuatro constructos significativos: expectativa de ejecución, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones de infraestructura ; así como cuatro variables moderadamente significativas, tales como género, edad y voluntad de uso (Tardehoost, 2018). Cada constructo tiene un impacto en la intención de comportamiento y en el comportamiento de uso, como se puede observar en la Figura 7.

Una limitante de esta teoría es que su contribución al conocimiento actual parece haber alcanzado su máximo (Shachak, Kuziemsky y Petersen, 2019), debido a la extensa cantidad de estudios que han empleado estas teorías, por ejemplo Web of Science llegó a referir más de 12,000 artículos. La mayoría de los estudios coinciden en que estos modelos explican una gran proporción en la varianza de intención de uso y que el predictor más fuerte de la intención de uso

es la utilidad percibida, que en el UTAUT corresponde a la expectativa de ejecución. Y aunque existen resultados consistentes, el hecho de emplear estos modelos e integrar constructos de otras teorías no contribuyen en general al conocimiento

Figura 7

*Teoría Unificada de la Aceptación y Uso de la Tecnología.*



Nota: Modelo propuesto por Verkatash et al. (2003)

Como se ha podido observar, la adopción de tecnologías ha sido un tema de investigación que ha dado paso a la creación de diversas teorías que permiten una aproximación a su estudio. Las visiones derivadas de la sociología y psicología permiten comprender que la adopción de tecnología puede estudiarse tanto a nivel de percepción y comportamiento de manera individual,

como desde un enfoque social que subraya que el entorno y contexto son factores que impactan el proceso de adopción.

De esta forma, en el siguiente apartado se aborda las investigaciones más recientes, con el propósito de identificar los constructos teóricos, metodologías y hallazgos que apoyen a la construcción de la presente investigación.

### 1.3 Revisión de la literatura

La revisión de la literatura se realizó con base a una selección de artículos ubicados en bases de datos como Science Direct, Emerald Insight, SAGE, y Redalyc, cuyos abstracts contuvieran las palabras clave: adopción de innovaciones, adopción de innovaciones en la agricultura y hubieran sido publicados entre los años 2017 y 2021. Para la selección de los artículos fue necesario realizar una búsqueda más limitada, por lo que se determinaron palabras clave como adopción de biofertilizantes, fertilizantes químicos y procedimientos para la agricultura sustentable. Así mismo, para brindar un panorama general del estudio de la adopción se retomó el formato de Mendieta (2015) que sugiere la concentración de investigaciones realizadas a nivel local, nacional e internacional, tal y como se puede observar en la Tabla 2.

En este sentido, es posible establecer que las principales limitantes para la adopción de tecnologías sustentables se encuentran actitudes negativas hacia esta tecnología a causa de la tradición histórica del uso de fertilizantes químicos y la dependencia originada por la necesidad de satisfacer las necesidades del mercado.

Así mismo, las propuestas e iniciativas estratégicas están encaminadas hacia la creación de plataformas entre instituciones gubernamentales, educativas y el sector privado para producir los biofertilizantes a escala, desarrollar programas de capacitación y promover investigación

enfocada a regiones en particulares, para identificar las características particulares de cada tierra de cultivo, y adecuar los biofertilizantes (Kassem, et al., 2021; Atieno, et al., 2020).

Tabla 5

*Investigaciones recientes sobre la adopción de biofertilizantes y fertilizantes en países en desarrollo*

<b>Estudio</b>	<b>Institución- Organismo/ Autores/Año</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Propuesta</b>
<b>Internacional</b>  Exploración de la relación entre el comportamiento relativo a la búsqueda de información y la adopción de biofertilizantes entre agricultores de cebolla	Kassem, H., et al (2021)	Se aplicó un cuestionario a una muestra de 1284 agricultores de las principales provincias productoras de cebolla en Arabia Saudita (Al-Olaya, Abo Thor, Al-Remila, northern Al-Umran, and southern Al-Umran) entre 2019 y 2020	Los agricultores con un moderado nivel de Comportamiento de Búsqueda de Información fue el más predominante. Los agricultores con mayor extensión de tierras tuvieron más disposición para adoptar biofertilizantes. Las actitudes neutrales y negativas hacia los biofertilizantes fueron las más significativas y las que afectaban la adopción. La credibilidad de información obtenida de distintas fuentes tuvo una influencia positiva y significativa hacia la adopción.	Se sugiere que la información sobre los biofertilizantes esté disponible frecuentemente y que los servicios de extensión incorporen un enfoque participativo hacia tecnologías. Los canales de información más confiables se ubican con agricultores progresistas y líderes de la comunidad.
<b>Internacional</b>  Evaluación del uso de biofertilizantes para la agricultura sustentable en la Gran Región de Mekong	Atieno, M., et al (2020)	.Evaluación de calidad y actividades de mercadotecnia entre instituciones públicas y del sector privado.	Myanmar, Camboya y Lao registran bajos niveles de fertilizantes y de nutrientes. Sólo en China la producción de biofertilizantes ha incrementado . En el resto de los países, la agricultura se sostiene en los fertilizantes minerales y existe escasa información sobre la naturaleza y calidad de los biofertilizantes.	Iniciativas estratégicas para la selección y evaluación de cepas efectivas en el campo.. Promoción e integración del uso de biofertilizantes con otras prácticas agroecológicas. Difundir y establecer una red entre instituciones locales, sector privado e instituciones de investigación que puedan producir biofertilizantes a escala y generar capacitación.

Nota: Integra las investigaciones más recientes sobre adopción de biofertilizantes en países en desarrollo. Elaboración propia.

Tabla 6

*Investigaciones recientes sobre la adopción de biofertilizantes y fertilizantes en países en desarrollo (Continúa)*

<b>Estudio</b>	<b>Institución-Organismo/Autores/Año</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Propuesta</b>
<b>Nacional</b> Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción	García-Salazar, J., et al (2018)	Para determinar los factores que afectan la tasa de adopción de usar fertilizante en la superficie agrícola de México se usó un modelo logit agrupado, en donde la tasa de adopción se define como la probabilidad de usar fertilizantes (o no usar fertilizantes).	El tamaño del predio, el ingreso y los subsidios otorgados a través de PROCAMPO tienen un impacto positivo sobre la tasa de utilización de fertilizantes. Las variaciones en el precio de los insumos usados en el paquete tecnológico tienen un impacto todavía más fuerte sobre la tasa de adopción	Lograr una disminución en los precios de los insumos es indispensable que los mercados de semilla mejorada, de fertilizantes y de plaguicidas funcionen bajo condiciones competitivas que permitan precios que puedan pagar los productores
<b>Nacional</b> Manejo sustentable de plagas agrícolas en México	Zepeda-Jazo, I. (2018)	Análisis no sistemático que parte de la conciencia, análisis de tesis de estudiantes de la región y experiencia del autor. Se apoya de investigación bibliográfica	Más del 80 por ciento de los agricultores controlan plagas a través de la aplicación de plaguicidas químicos sin ningún tipo de capacitación o seguimiento. Más de 70 % de los plaguicidas utilizados son usados por 10 entidades del país y corresponden en términos generales a herbicidas, seguidos de insecticidas y fungicidas.	Un programa de Manejo Sustentable de Plagas debe implementarse de manera conjunta entre agricultores y gobierno, incentivos a las casas de agroquímicos y sector académico; r como enlace para la retroalimentación sobre la aplicación de los resultados científicos.

Nota: Integra las investigaciones más recientes sobre adopción de biofertilizantes en países en desarrollo. Elaboración propia.

Tabla 7

*Investigaciones recientes sobre la adopción de biofertilizantes y fertilizantes en países en desarrollo (continúa)*

<b>Estudio</b>	<b>Institución- Organismo/ Autores/Año</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Propuesta</b>
<b>Local</b> La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en traspatios	Huerta, E., et al. (2019)	Aplicación de cuestionarios a 87 informantes clave de un total de 604 Unidades Familiares Campesinas (UFC) en Santa María Nepopualco, Huejotzingo, Puebla	Entre los productores existe apreciación favorable de los estiércoles e interés por abonos orgánicos procesados, especialmente, sobre el suelo, lo que resulta favorable para que los continúen aplicando en sus cultivos, los recomienden a otros productores y estén dispuestos a elaborar abonos orgánicos a partir de estiércoles.	No tiene

Nota: Integra las investigaciones más recientes sobre adopción de biofertilizantes en países en desarrollo. Elaboración propia.

A nivel nacional (García-Salazar, et al., 2018) la tasa de adopción de fertilizantes químicos está relacionada con el precio y los subsidios gubernamentales, por lo que los precios bajos y la oportunidad para conseguirlos sin costo eleva las tasas de adopción de fertilizantes y plaguicidas. No obstante, la comprensión de la adopción de compuestos orgánicos (Zepeda-Jazo, 2018) sólo aparece desde lo reflexivo; es decir, desde la revisión bibliográfica y la experiencia del investigador, sin contemplar una aproximación hacia el agricultor que permita a los lectores conocer sus necesidades y percepciones desde su propia voz.

Por esta razón, comprender las razones por las que los agricultores deciden adoptar o rechazar una práctica o innovación abre la oportunidad para establecer los pasos que conduzcan a una producción agrícola sustentable (Collas, 2018).

Un ejemplo que ha permitido identificar algunos de los factores que impiden alcanzar un nivel satisfactorio en la adopción de las tecnologías en la agricultura ha sido el Manejo Integral de Plagas [MIP], el cual es promovido por la FAO (2020) para adoptar tecnologías que eviten la erosión y daño a los cultivos a través de la adopción de prácticas que mejoran la fertilidad de las tierras, uso óptimo del agua y empleo de infraestructuras ecológicas para disminuir el uso de fertilizantes químicos sobre todo en poblaciones que se encuentran en situaciones de pobreza y pobreza extrema (Stenberg, 2017).

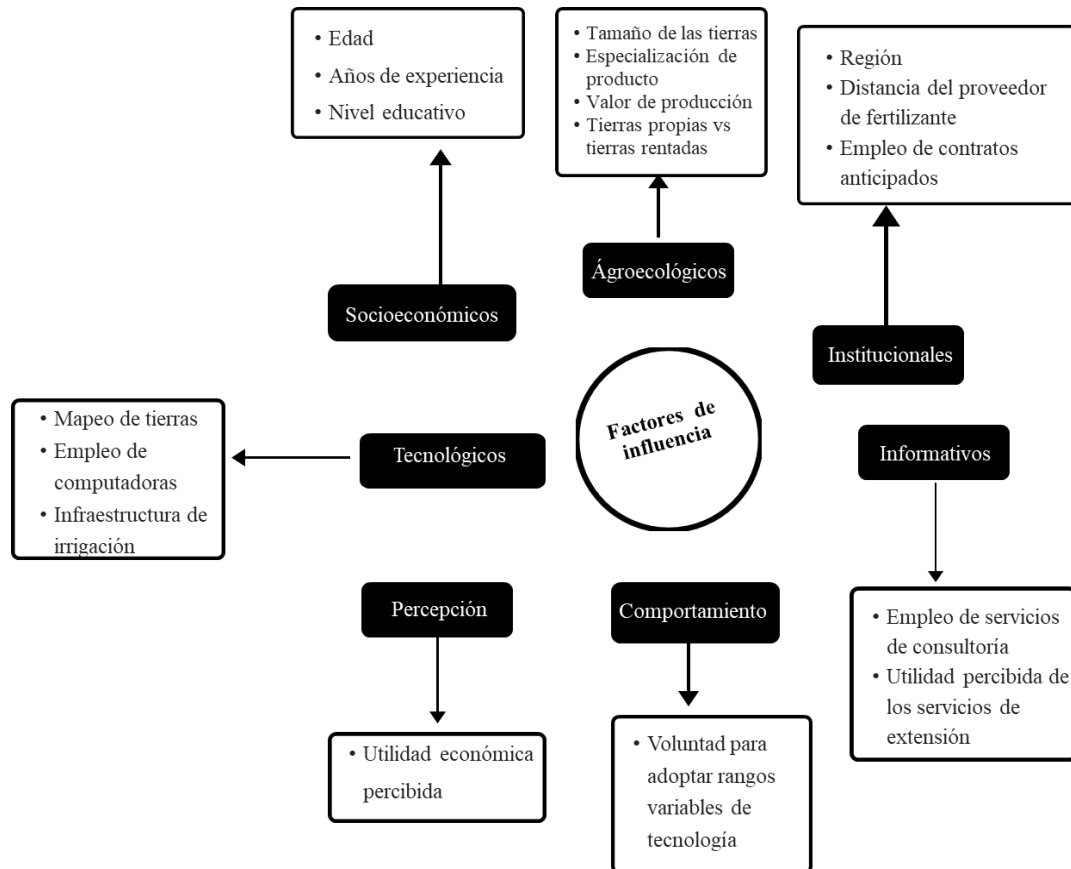
De esta forma, los factores encontrados a partir de la aplicación del MIP, y que impiden niveles satisfactorios en la adopción de tecnologías en la agricultura son 1) la falta de conciencia, conocimiento y comprensión por parte de los agricultores sobre las tecnologías, 2) la falta de un posicionamiento de marca, 3) la complejidad que representa para el agricultor el relacionar las acciones y conocimientos que comprende una estrategia como el MIP (Alwang, et al., 2019 y Jayasooriya y Ahheyar, 2016).

En este punto, la literatura sobre el Manejo Integral de Plantas (Kryacou et al., 2017; Rahman y Norton, 2019) indica que el nivel educativo del agricultor, la información sobre el funcionamiento de la tecnología, así como la difusión de la información a través de visitas en el terreno son factores que incrementan la adopción de la tecnología. Además, de acciones por parte del sector privado que han resultado positivas en la adopción: 1) ofrecimiento de incentivos a los agricultores para promover los beneficios de la tecnología, 2) comunicar con certeza el funcionamiento de la tecnología, y 3) enfatizar la rentabilidad que representa la tecnología en la economía del agricultor.

Otro ejemplo que remarca la literatura respecto al estudio de los factores que impactan en la adopción de tecnologías en la agricultura es la Agricultura de Precisión, estrategia que aplica un amplio rango de tecnologías para recolectar, procesar y analizar información sobre acciones específicas que generen eficiencia, productividad y sustentabilidad de los procesos agrícolas (International Society of Precision Agriculture, 2018). Así, el estudio de la Agricultura de Precisión ha contribuido a identificar ciertos factores en la adopción de la tecnología, como es el caso de los demográficos y económicos (Barnes et al, 2019; Pautisan y Theuvsen, 2017; Vecchio et al, 2020) y la percepción sobre los beneficios de la tecnología (Thompson et al, 2018). Al respecto Tey y Brindal (2012) desarrollaron un marco integrador desde la perspectiva del comportamiento interpersonal y la teoría de difusión de innovaciones, que muestra una serie de factores multidimensionales que impactan en las prácticas agrícolas sustentables, tal y como puede apreciarse en la Figura 8.

Figura 8.

*Factores de influencia en la adopción de tecnologías de la Agricultura de Precisión*



Nota: muestra los siete factores que Tey y Brindal (2012) detectaron para adoptar tecnologías relacionadas con la agricultura de precisión. Elaboración propia.

Dentro de los factores planteados por los autores destaca el comportamiento, descrito como la voluntad para adoptar rangos variables de tecnología. Este factor indica la importancia de incidir en las percepciones del agricultor y sus experiencias, ya que como lo refiere Zepeda-Jazo (2018) es necesario realizar una aproximación más cualitativa que permita comprender sus necesidades y percepciones desde su propia voz. Reséctp al factor agroecológico, los elementos especialización de producto, tamaño de las tierras y tierras propias vs tierras rentadas, también son indicios para considerar en la aproximación cualitativa, ya que como establece García-Salazar (2018), los

agricultores toman en consideración estos elementos para el empleo de los fertilizantes químicos, sobre todo por los costos y tiempo de respuesta que esperan para generar ingresos.

Una vez abordado la revisión de la literatura, en el siguiente apartado se desarrolla la perspectiva teórica en la que se sustenta la presente investigación.

## **Capítulo 2**

### **Perspectiva teórica**

A partir de identificar que el estudio de la adopción de innovaciones se ha realizado con enfoques centrados en lo individual y lo social, la presente investigación se fundamenta teóricamente en ambos enfoques, con el objetivo de abordar las experiencias de los sujetos de estudio en ambas direcciones y conformar una complementariedad que enriquezca la interpretación de resultados. A continuación, se desarrollan los constructos teóricos: Modelo de la Aceptación de la Tecnología (TAM) y Difusión de Innovaciones (DOI).

#### 2.1 Modelo de la Aceptación Tecnológica

El TAM se ha constituido como uno de los marcos teóricos más valiosos para explicar las intenciones y comportamientos de los individuos hacia las innovaciones en distintas áreas de estudio (Park et al., 2014). Entre sus principales objetivos destaca el brindar una base para identificar el impacto de factores externos, tales como las creencias, actitudes e intenciones del individuo hacia la tecnología.

##### 2.1.1 Fundamentos teóricos

Su base teórica es la TRA lo cual permite configurar relaciones causales entre dos creencias clave que pueden observarse en la Tabla 8, las cuales corresponden a la Utilidad Percibida y Facilidad Percibida de Uso, así como las actitudes y las intenciones para adoptar un comportamiento. De igual forma, la TAM provee soporte empírico para clarificar la influencia de las creencias antes mencionadas en la intención de un comportamiento respecto a la adopción de una tecnología (Zaremohzzabieh et al., 2015).

Tabla 8.

*Creencias que influyen en la intención de adopción de un comportamiento*

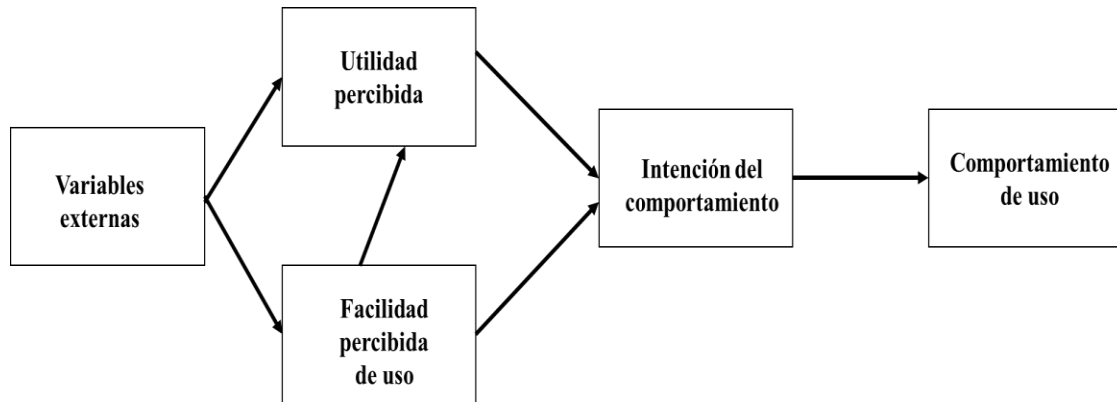
<b>Creencias clave</b>	<b>Definición</b>
Utilidad Percibida	Grado en el que una persona cree que usar una tecnología mejorará o fortalecerá la ejecución de sus tareas. Está vinculada al concepto de auto eficacia de Bandura (1999), el cual refiere al juicio que un individuo realiza respecto a su propia capacidad para ejecutar acciones que serán necesarias para lidiar con situaciones a futuro.
Facilidad percibida de uso	Grado en el que una persona cree que usar una tecnología o sistema en particular, lo librará de esfuerzo. De esta manera, una aplicación o tecnología que se perciba como más fácil de usar a comparación de otra, tendrá mayor probabilidad de ser aceptada.

Nota: elaboración propia con información de Hillmer (2009) y Davis (1989)

El modelo (Venkatesh y Davis,1996), tal y como puede observarse en la Figura 9 explica la relación entre el Comportamiento de Uso y la Intención de Comportamiento representada en la TAM implica que las personas forman intenciones para ejecutar comportamientos hacia lo que consideran que tiene un efecto positivo. En tanto, la relación entre la Utilidad Percibida y la Intención del Comportamiento se basa en las intenciones que forman las personas hacia comportamientos que creen mejorarán el desarrollo de su trabajo, incluso si existen sensaciones positivas o negativas hacia el mismo comportamiento. Por ejemplo, en el contexto organizacional, las personas consideran que mejorar la ejecución del trabajo significa un medio para obtener beneficios, como es el caso de incrementos de sueldo o promociones de ascenso. Por esta razón, se considera que la relación entre la Utilidad Percibida y la Intención del Comportamiento se basa en una evaluación cognitiva (Davis et al., 1989)

Figura 9

*Versión final del Modelo de Aceptación tecnológica*



Nota: modelo propuesto por Venkatesh y Davis (1996)

En el caso de la Facilidad Percibida de Uso, David et al. (1989) indicaron que tiene un efecto significativo en el Comportamiento de Uso, debido a que influye en actitudes y comportamientos, tales como la autoeficacia y la instrumentación. La autoeficacia (Bandura, (1999) indica que mientras más fácil sea para una persona interactuar con una tecnología, más grande será el sentido de eficacia y el grado control que perciba sobre a su habilidad para operar la tecnología. Así, la eficacia opera de forma independiente a los factores que motivan el comportamiento, e influye en el afecto, esfuerzo y motivación del usuario, porque incide en su propia auto determinación y sentido de competencia. De esta manera, el usuario percibe que el esfuerzo ahorrado a raíz de la Facilidad Percibida de Uso puede ser redistribuido, lo que le permite cumplir con más trabajo con el mismo esfuerzo.

### 2.1.2 Críticas al Modelo de Aceptación Tecnológica

No obstante, la TAM ha sido criticada por no considerar a las diferencias individuales (experiencia previa del usuario, edad, género) como factores de influencia en las percepciones

que se generan respecto a la tecnología (Straub, 2009). Esta decisión corresponde a que el Modelo trata a la Utilidad Percibida y a la Facilidad Percibida de Uso como constructos diferentes (Davis et al., 1989), lo que permite comparar la influencia que cada uno posee sobre la intención del comportamiento. Así mismo, al tratarse por separado, es posible evaluar la influencia en el comportamiento por parte de variables externas, tales como las características de la innovación, rasgos y gustos del usuario. Por esta razón, Ajibade (2018) argumenta que la TAM funciona más para estudiar la adopción de la tecnología desde el individuo y no desde el sistema social, ya que ignora la influencia social en la adopción de la tecnología (Yi et al., 2006), por lo que tiene limitaciones para su aplicación en escenarios donde la tecnología no se emplea como parte de una dinámica de trabajo en un entorno organizacional (Taherdoost, 2018).

Otra limitación reside en que el comportamiento no puede ser cuantificado en una investigación empírica a causa de la dificultad para medir factores subjetivos como las normas y valores sociales, los atributos personales y rasgos de personalidad. Por esta razón, el modelo no puede medir la influencia que pueda ejercer un miembro del sistema social en el comportamiento de uso de la tecnología (Ang et al., 2015; Shan y King, 2015).

### 2.1.3 Aplicaciones de la TAM en la agricultura

La aplicación del Modelo en el sector de la agricultura se ha centrado en la adopción de Tecnologías de Información y Comunicaciones [TIC] como se muestra en la Tablas 9 y 10. Destaca el estudio de los factores que motivan las decisiones de adopción (Adnan et al, 2019) de sistemas automatizados, dispositivos móviles y sistemas electrónicos de abastecimiento en países en desarrollo. Situación que ha llevado a los generadores de políticas públicas e investigadores a reconocer la importancia de estudiar la adopción de los desarrollos agrícolas (Amgong y Paulino, 2020).

Tabla 9

*Casos de aplicación de la TAM en la adopción de las TIC en la agricultura*

<b>Estudio</b>	<b>Autores</b>	<b>Metodología Propuesta</b>	<b>Factores de influencia estudiados</b>	<b>Hallazgos</b>
Automatización de tecnología agrícola	Salimi, Pourdarbani, Asgarnezhad-Nouri, 2020	Encuesta aplicada a una muestra de 378 personas con base al Modelo de Davis (1989)	Individuales que afectan el comportamiento del consumidor (educación, edad, género, tamaño de la familia, tamaño de la granja, nivel educativo), Sociales, Organizacionales (acceso a servicios de apoyo), Características de automatización, Utilidad Percibida, Actitud, Intención de Uso, Uso actual	Se comprueba que el Modelo de Aceptación Tecnológica de Davis (1989) es apropiado para investigar los factores que actúan de manera efectiva en la automatización, específicamente en Ardabil
Adopción de dispositivos móviles para administración de rebaños	Michaels, Bonke y Musshoff (2019)	Encuesta en línea aplicada a 280 granjeros en Alemania	Facilidad de uso percibida Intención de uso Utilidad percibida Conocimiento de uso de aplicaciones	Creencias actitudinales clave acerca de la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida, los cuales son los mayores determinantes para la intención de uso.
Adopción de teléfonos móviles en el sector agroalimenticio	Kabbiri, Kumar, Elepu y Gellynck (2018)	Encuesta a 300 agricultores en Uganda	Ventaja percibida Características socioeconómicas	La facilidad percibida de uso es el antecedente para la adopción de los teléfonos móviles. La ventaja percibida y la utilidad percibida influyen negativamente en la adopción, por lo que las llamadas por teléfonos móviles son de importancia para las compañías de telecomunicaciones y gobierno.

Nota: Elaboración propia con información de Rezaei, Safa y Ganjkanloo (2020) y Salimi, Pourdarbani y Asgarnezhad-Nouri (2020)

Tabla 10

*Casos de aplicación de la TAM en la adopción de las TIC en la agricultura (Continúa)*

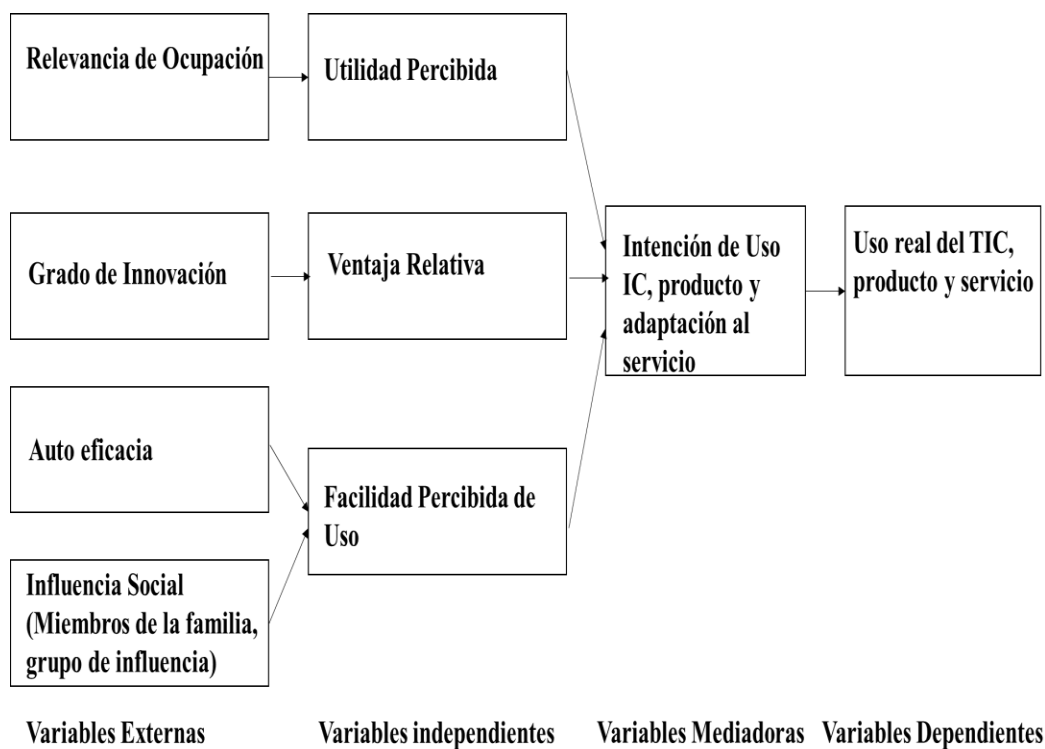
<b>Estudio</b>	<b>Autores</b>	<b>Metodología Propuesta</b>	<b>Factores de influencia estudiados</b>	<b>Hallazgos</b>
Intención para utilizar servicios de extensión agrícola basados en tecnología móvil	Verma y Sinha (2018)	Encuesta aplicada a 327 personas en áreas rurales	Relación causal de la utilidad percibida, facilidad percibida de uso, influencia social, actitud, bienestar económico percibido e intención de comportamiento	Los hallazgos indican que ni la actitud ni la intención de comportamiento impactan en la facilidad percibida de uso.
Aceptación y uso de sistemas electrónicos de rastreo en cadenas de abastecimiento del sector agroalimenticio	Pappa, Iliopoulos y Massouras (2018)	Encuesta aplicada vía electrónica y postal a granjeros ubicados en 32 prefecturas de Grecia,	Normas subjetivas Actitud hacia el comportamiento Comportamiento de control percibido (facilidad de uso) Intención para instalar y operar sistema de rastreo electrónico Comportamiento durante la instalación y operación del sistema de rastreo	La intención para instalar las tecnologías de rastreo está fuertemente influenciada por el control percibido y los costos percibidos.
Asimilación de las TIC en pequeños productores de agricultura protegida	Rodríguez, Escamilla, Ríos, López y López (2020)	Muestra no probabilística y de conveniencia, con la información recabada de 26 productores de Celaya, Guanajuato en México	Actitudes que influyen en la conducta	El nivel de competitividad en los pequeños productores de agricultura protegida está altamente asociado al nivel de asimilación de las TIC

Nota: Elaboración propia con información de Rezaei, Safa y Ganjkanloo (2020) y Salimi, Pourdarbani y Asgarnezhad-Nouri (2020)

Un ejemplo de la investigación centrada en identificar las variables externas en la Utilidad de Uso y Facilidad Percibida de Uso de tecnologías para la agricultura ha sido la de Amin y Li (2014), quienes desarrollaron un Modelo de Aceptación Tecnológica, basado en la propuesta de Davis et al. (1989), para explicar las causas que motivan la adopción de servicios de microfinanzas basados en las TIC por parte de agricultores ubicados en países en desarrollo. La Figura 10 representa el modelo propuesto. La dirección de las flechas representa las relaciones causales hipotéticas. De esta forma, la Utilidad Percibida, la Ventaja Relativa y la Facilidad Percibida de Uso se consideran como variables independientes.

Figura 10

*Modelo de Aceptación Tecnológica para los agricultores de países en desarrollo*



Nota: modelo desarrollado por Amin y Li (2014)

En tanto, la actitud hacia la tecnología y la intención de su uso son variables intermedias, conectadas con el uso de la tecnología, a la vez de considerarse variables dependientes. La relevancia de la ocupación, capacidad de innovación, auto eficacia e influencia social se consideran variables externas que impactan en las variables independientes. En este sentido, el estudio de Amin y Li (2014) es útil para tomar en consideración a variables externas que pueden incidir en las percepciones de la tecnología, sobre todo en países en desarrollo, tal y como puede observarse en la Tabla 11. Otro ejemplo que aborda las variables externas corresponde a Alambaigi y Ahangari (2016), quienes analizaron la influencia de variables externas como la relevancia del trabajo, la voluntad de las empresas privadas para invertir en el campo y la experiencia previa en el uso de tecnologías similares.

Tabla. 11.

*Variables externas de la TAM para países en desarrollo*

Variable Externa	Descripción
Relevancia de Ocupación	Las distintas percepciones que poseen las personas a partir de los resultados que esperan obtener de la tecnología a causa de la dinámica de su trabajo. De igual manera, están expuestos a información externa que puede afectar la selección de la tecnología que requieren.
Grado de Innovación	El grado en que los agricultores activamente buscan productos innovadores y motivan a otros a usarlos.
Autoeficacia	Mientras más fácil sea para una persona interactuar con una tecnología, más grande será el sentido de eficacia y el grado control que perciba sobre a su habilidad para operar la tecnología
Influencia del sistema social	Influencia de compañeros, líderes de las comunidades y personas con estudios en la familia en el uso de la tecnología

Nota: Elaboración propia con información de Alambaigi y Ahangari (2015) Amin y Li

(2014), Bandura (1999).

Así mismo, la TAM ha sido empleada para la evaluación de la Agricultura de Precisión, la cual es una estrategia que aplica un amplio rango de tecnologías para recolectar, procesar y analizar información sobre acciones específicas que generen eficiencia, productividad y sustentabilidad de los procesos agrícolas (International Society of Precision Agriculture, 2018). En este punto Ahmad y Padma (2020) desarrollaron un modelo (Figura 11) que integró una serie variables externas anteriormente estudiadas por Erika et al (2015) y que integran al contexto humano y social, tecnológico y organizacional

Sin embargo, los estudios sobre la aplicación de la TAM en la agricultura han carecido de investigación sobre la exposición del usuario a diferentes fuentes de información. Toma et al. (2016) indican la falta de investigación sobre la exposición del usuario a las fuentes de información, a pesar de constituirse como un factor clave en la adopción de innovaciones en la agricultura, ya que puede reducir la incertidumbre y proveer a los usuarios con las habilidades necesarias para utilizarlas (Caffaro et al, 2020).

## 2.2 Teoría de la Difusión de Innovaciones

### 2.2.1 Concepto de difusión

La difusión es un proceso por el que una innovación es comunicada a través de ciertos canales a lo largo del tiempo entre los miembros de un sistema social (Rogers, 2003). Es un tipo especial de comunicación que se caracteriza por mensajes relacionados con nuevas ideas. Por tanto, la difusión se puede definir como un proceso en el que los participantes crean y comparten información con el objetivo de alcanzar una comprensión mutua.

La comunicación de una nueva idea que plantea Rogers (2003), también indica la presencia de un cierto grado de incertidumbre; es decir, el grado en que un número de alternativas son percibidas con relación a un hecho o evento y la relativa probabilidad de

que esas alternativas ocurran. Así, la incertidumbre implica falta de predicción, estructura e información; ésta última es esencial para determinar el nivel que puede alcanzar la incertidumbre, sobre todo en una situación, que como mencionan Rogers y Kincaid (como se citó en Rogers, 2003), existe un numeroso grupo de alternativas,.

De igual forma, Rogers (2003) considera que la difusión es un tipo de cambio social; es decir, un proceso a través del cual ocurre una alteración en la estructura y funcionamiento de un sistema social. Por tanto, cuando las ideas se difunden, inventan, adoptan o rechazan dan paso a una serie de consecuencias, situación que genera el cambio social. De esta forma, la Difusión (Dearing y Singhal, 202) cuenta con los siguientes componentes clave: la innovación, la capacidad de innovación del adoptante, los canales de comunicación, el sistema social, y el proceso de adopción; el cual consta de las etapas de conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación.

A continuación, se abordan los componentes de la Difusión de innovaciones desde la perspectiva de Dearing y Singhal (2020).

### 2.2.2 Concepto de innovación

La innovación es una palabra proveniente del latín *innovatus*, que aparece impresa por primera vez a inicios del siglo XV (Sha, Gao y Mittal, 2015). Y aunque el concepto cuenta con más de seis siglos de historia, no existe un consenso generalizado respecto a su definición, debido a que la innovación es un concepto multidimensional que incluye una variedad de significados y definiciones provenientes de distintas disciplinas, lo que hace difícil su simplificación (Edwards-Schachter, 2018; Yezerski, 2007). No obstante, existen autores que han buscado brindar distintas aproximaciones, como es el caso del economista Joseph Schumpeter (Schumpeter, 1934), quien definió a la innovación como la combinación de conocimientos y recursos que tienen la oportunidad de ser comercializados.

Además, especificó que las nuevas ideas son generadas y puestas en práctica para alcanzar el desarrollo económico a largo plazo.

Por su parte, Nelson y Winter (1977) definieron a la innovación a través de la metáfora de una maleta que contiene un amplio rango de procesos heterogéneos, que permiten la evolución de los seres humanos en el tiempo. En tanto, Freeman (1974) definió que la innovación está relacionada con el cambio tecnológico, por ser una idea, un bosquejo o modelo para un nuevo o mejorado artefacto, producto, proceso o sistema dirigido a un mercado.

Las definiciones de Schumpeter, Nelson y Winter y Freeman forman parte de la perspectiva clásica de los estudios de la innovación (Edwards-Schachter, 2018), cuyo origen se encuentra en la disciplina económica y en la administración de los Sistemas de Innovación (SI). Por tanto, en este enfoque cobra mayor importancia el rol de la tecnología y su evolución en la producción y aplicación del conocimiento científico y tecnológico.

De hecho, Martin (2016) explica que la innovación durante la década de 1960 sólo se relacionaba con la manufactura elaborada en los países desarrollados, lugares donde se establecían los procesos de investigación y desarrollo, y se contaba con laboratorios y procesos formales en el registro de patentes.

Si bien esta perspectiva surgió a inicios de la segunda mitad del siglo XX, la velocidad con la que han ocurrido los cambios y retos de la innovación ha provocado que su concepto siga relacionándose con la innovación tecnológica (Edwards-Schachter, 2018). Por esta razón, este último concepto sigue presente en la literatura. Un ejemplo es Rogers (2004), que define innovación como una idea, práctica u objeto que una persona o unidad de adopción perciben como nuevo, y que a su vez genera una reacción de aceptación o rechazo. En este sentido, Rogers (2004) concibe a la innovación más allá de lo tecnológico,

pues es posible abordarla desde las nuevas ideas que surgen en distintos ámbitos. De ahí que la innovación que pueda ser “‘cultural’, ‘institucional’, ‘inclusiva’, ‘verde’, ‘ecológica’, ‘abierta’, ‘orientada al usuario’, ‘de bajo costo’, ‘sencilla’, ‘comunitaria’, ‘pública’ y ‘transformativa’” (Edwards-Schachter, 2018, p.65).

Por el contrario, Branscomb (2001) reafirma las visiones de Shumpeter (1934), Freeman (1974), Nelson y Winter (1977) al definir que la innovación es específica y dependiente de su contexto; es decir, que se caracteriza por las novedades técnicas que posee. En este punto la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OECD en inglés (2015) retoma la perspectiva clásica de la innovación para establecer que la innovación de tipo tecnológica está enfocada a los sectores manufactureros, así como a la investigación y desarrollo (I+D).

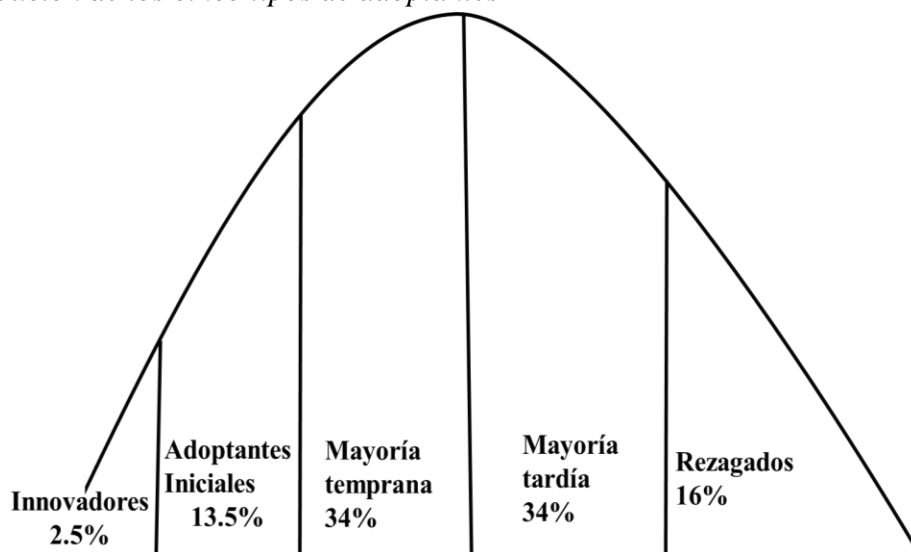
Esta visión está presente en los manuales internacionales para la medición estadística de la innovación en el sector de negocios. El manual de Oslo en su primera y segunda edición (1992, 1997) emplea los conceptos de producto y proceso tecnológicos como parte de la definición de innovación, enfatizando la importancia del desarrollo tecnológico de nuevos productos y técnicas de producción por parte de las empresas. La edición 2018 del mismo manual establece que la innovación debe cumplir con dos requisitos: capacidad de medición e implementación. Además, remarca que el rol del conocimiento es determinante para la generación de innovación, novedad y utilidad, así como para la creación de valor o preservación. Por esta razón, existe una amplia literatura que ha contribuido a comprender la naturaleza de la innovación tecnológica, particularmente en cuanto a las dinámicas del cambio y los sistemas tecnológicos de innovación (Edwards-Schachter, 2018).

### 2.2.3 Capacidad de innovación del adoptante

Indica el grado de adopción que cada individuo posee hacia la innovación, así como el tiempo que tarda en adoptar una innovación en comparación a los demás miembros del sistema social (Dearing y Singal, 2020). Rogers desarrolló cinco categorías de adoptantes: innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados. Esta categorización se basa en los porcentajes que presentan los individuos en la distribución de una curva normal y delimitada por desviaciones estándar de la media (Rogers, 2002), tal como puede visualizarse en la figura 11.

Figura 11

*Distribución de los cinco tipos de adoptantes*



Nota: la curva explica el porcentaje de individuos que pertenecen a la clasificación de adoptantes realizada por Rogers (2003)

La distribución de los adoptantes refiere que los innovadores corresponden al primer 2.5 por ciento de los individuos que forman parte de un sistema donde se ubica la innovación. Su interés en las nuevas ideas los coloca fuera de las redes que forman sus pares, ya que prefieren relaciones sociales más cosmopolitas. En tanto, los adoptantes tempranos son el

siguiente 13.5 por ciento de los individuos que están en disposición de adoptar una innovación. Esta categoría está más integrada al sistema social que los innovadores.

De esta forma, mientras los innovadores son más cosmopolitas, los adoptantes tempranos son más locales. Así mismo, este último tipo de adoptante a comparación de cualquier otro tipo se ubica como un líder de opinión en la mayoría de los sistemas sociales. De hecho, una persona que está en el proceso de decisión de adopción busca a un adoptante temprano para consejo e información sobre la innovación. La mayoría temprana es el siguiente 34 por ciento de individuos que están en disposición de adoptar una innovación; y los rezagados representan el último 16 por ciento. Este último tipo de adoptantes sólo aceptará una nueva idea si está rodeado de pares, que previamente ya han adoptado la innovación y que están satisfechos con la nueva idea (Rogers, 2003).

Respecto a esta clasificación, Lyytinen y Damsgaard (2017) mencionan que es necesario considerar el significado que un adoptante le otorgue a la tecnología varía de un contexto a otro, así como de un tiempo a otro. De forma que una misma innovación puede tener diferentes significados dependiendo la etapa de difusión, del tipo de adoptante y del contexto donde se encuentre.

En este sentido, la información del ambiente es un factor que impacta para el uso de la tecnología, lo cual genera que los parámetros de decisión puedan variar de acuerdo con el tiempo y espacio, situación que lleva a que la adopción pueda llevarse a cabo en pocos meses o hasta en varios años.

#### 2.2.4 Canales de comunicación o sistema de difusión

Rogers (2003) refiere que la adopción inicia al compartir información a los usuarios potenciales a través de dos canales: el impersonal y el interpersonal. El canal impersonal

excluye el contacto cara a cara, e integra a los medios de comunicación masiva, la publicidad, folletos o guías de uso. Su principal objetivo es diseminar el mensaje a una gran audiencia, generar conocimiento y provocar ligeros cambios en las actitudes de los adoptantes potenciales.

El segundo canal integra a los agentes de cambio que buscan influir en el sistema de líderes de opinión de los adoptantes con el objetivo de influir en las decisiones de las personas que pertenecen al sistema social, como es el caso de corporaciones, comunidades, cooperativas agrícolas e incluso participantes de una comunidad en línea (Dearing y Singal, 2020).

De esta forma el canal personal involucra un contacto cara a cara a través de contactos informales (familiares y amigos), así como contactos formales (instituciones, organizaciones, consultores). A este respecto Unay et al (2015) subrayan la importancia de los contactos formales, los cuales, a diferencia de los impersonales, poseen mayor efectividad y aceptación en la percepción de las características de la innovación, ya que los contactos impersonales pueden ser ignorados o evitados más fácilmente.

En este sentido Rogers (2003) subraya que los canales interpersonales son más efectivos para lidiar con la resistencia o apatía de los individuos frente a la adopción de la innovación. Desde su perspectiva, este tipo de canales proveen un intercambio de información de dos vías; es decir, una persona puede clarificar o buscar información adicional sobre la innovación. Por esta razón, enfatiza que las redes interpersonales generalmente permiten superar barreras psicológicas como la exposición selectiva, percepción y retención selectivas u olvido.

Para Rogers (2003) la mayoría de las personas no evalúan una innovación con base a estudios científicos y sus consecuencias, en realidad la mayoría de las personas dependen de la evaluación subjetiva que realizan otras personas que ya han adoptado la innovación. Por esta razón, el autor establece que la parte central del proceso de difusión se ubica en la dependencia que se genera en torno a la experiencia que los pares han vivido con la innovación. Es decir, el proceso de difusión consiste en lograr que los adoptantes potenciales imiten a los pares que previamente ya han adoptado la innovación. De ahí que la difusión se considere como un proceso meramente social que involucra a la comunicación y las relaciones interpersonales.

#### 2.2.5 Sistema Social

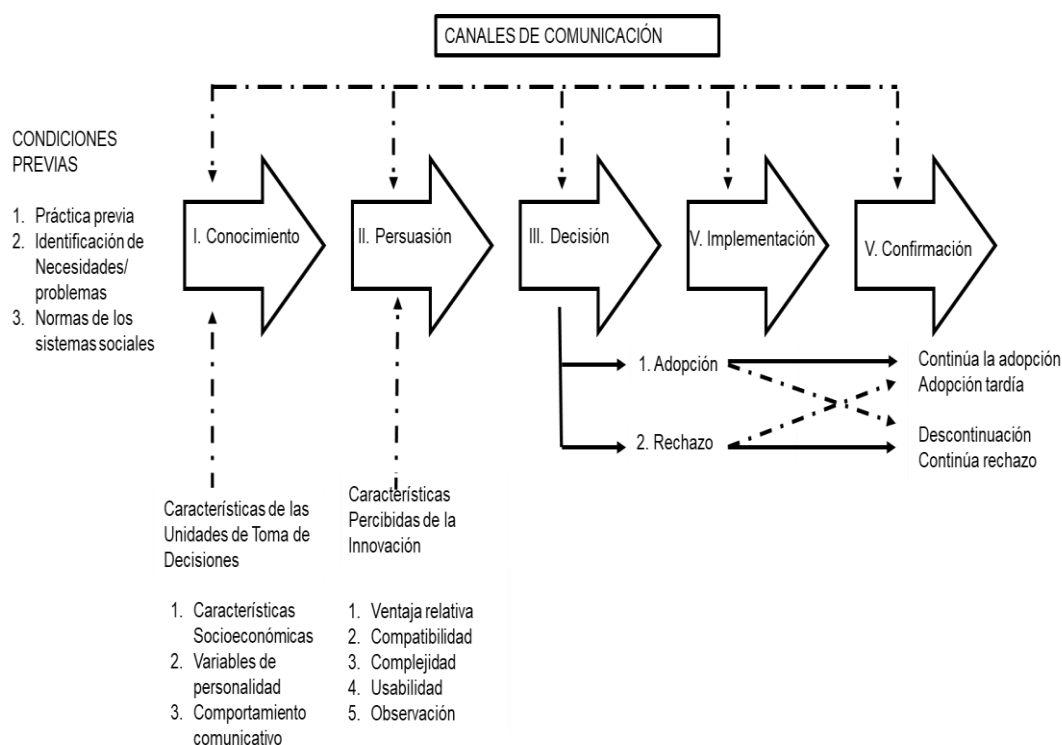
Se refiere a la estructura del sistema, los líderes de opinión locales e informales y la percepción que posee el adoptante sobre la presión social que implica la adopción (Dearing y Singal, 2020).

#### 2.2.6 Proceso de Adopción individual

El proceso de decisión de adopción es una actividad de búsqueda y procesamiento de información, donde se motiva a reducir la incertidumbre que posee un individuo acerca las características de una innovación (Rogers, 2003). Este proceso comprende cinco etapas: (I) conocimiento, (II) persuasión, (III) decisión, (IV) implementación y (V) confirmación, tal y como se puede apreciar en la Figura 12. Usualmente, una etapa sigue a otra de manera consecutiva en tiempo y orden. Por tanto, todas deben cumplirse con el objetivo de alcanzar un grado de adopción definitivo (Pérez y Terrón, 2004). No obstante, Lyytinen y Damsgaard, (2017) establecen que las etapas del proceso de adopción no siempre ocurren de manera secuencial, sobre todo en el caso de tecnologías complejas.

Figura 12.

*Etapas del proceso de difusión de innovaciones*



Nota: La figura explica el modelo de difusión planteado por Rogers (2003).

2.2.6.1 Etapa de conocimiento

De acuerdo con el modelo de difusión de Rogers, el conocimiento se produce cuando una persona se expone a una innovación existente y requiere comprender sus mecanismos y funciones. De ahí que los posibles adoptantes posean un rol pasivo o activo cuando se exponen a una innovación. Por ejemplo, si una persona llega a ser consciente de una innovación de forma accidental, implica que no tuvo la intención o necesidad de buscarla. En sentido opuesto, existen personas que obtienen conocimiento y conciencia sobre la innovación a través de un comportamiento de búsqueda, lo que los ubica en un rol activo.

Este rol activo genera que los individuos adquieran una predisposición hacia la innovación, lo que a su vez influye en su comportamiento hacia los mensajes sobre la

innovación y los posibles efectos de estos mensajes. Y es que las personas se exponen a así mismas a ideas que están de acuerdo con sus intereses, necesidades y actitudes existentes. Por tanto, ya sea de forma consciente o inconsciente, las personas rechazan mensajes que están en conflicto con sus predisposiciones existentes, a esta tendencia se denomina exposición selectiva (Rogers, 2003), constructo que define que las personas atienden mensajes que están en concordancia con actitudes y creencias previas.

De esta forma, las personas rara vez se exponen de forma voluntaria a mensajes sobre una innovación, a menos que sientan primero la necesidad por obtener esa innovación, y aun cuando los individuos se expongan a esos mensajes, la exposición tendrá un efecto reducido si no logran percibir a la innovación como relevante para satisfacer sus necesidades y que sea consistente con sus actitudes y creencias de las personas. Este proceso para Hassinger (1959) se denomina percepción selectiva, la cual define como la tendencia de interpretar mensajes en función de las actitudes y creencias existentes.

La exposición y percepción selectivas actúan como puertas herméticas que se cierran o abren a los mensajes sobre la innovación, sobre todo porque representan la presencia de ideas nuevas. Por esta razón, no es posible tener ideas favorables y consistentes sobre ideas a las que una persona no se ha enfrentado. De ahí que desde el punto de vista de Hassinger (1959) la necesidad de adoptar una innovación generalmente esté precedida por una etapa de conciencia y conocimiento de la innovación.

Rogers (2003) manifiesta que prevalecen tres tipos de conocimiento necesarios para generar la adopción. El primero corresponde a la conciencia, la cual es información que los individuos poseen sobre la existencia de la innovación. Este tipo de conocimiento puede motivar a la persona a buscar cómo funciona y por qué funciona la innovación. Estos

cuestionamientos a su vez representan dos tipos de conocimiento: el conocimiento de proceso (cómo usar) y el conocimiento de principios (por qué usarlo).

Sobre el conocimiento de proceso, éste permite que el usuario obtenga información necesaria para usar la innovación de manera apropiada y definir la cantidad de información a obtener ya que, si la innovación es relativamente compleja, entonces la cantidad de información sobre cómo utilizarse será mucho mayor que si es una innovación menos compleja. De esta manera, si un adecuado nivel de conocimiento sobre cómo emplear la innovación no logra obtenerse antes de probarla, el rechazo y la falta de continuidad son más probables de que aparezcan. De hecho, Rogers (2003) puntualiza que existe escasa investigación que aborde este tipo de conocimiento, aunque significa una variable fundamental en el proceso de decisión para adoptar una innovación.

Finalmente, el conocimiento de principios (Rogers, 2003) se refiere a la información que explica los principios esenciales sobre el funcionamiento de la innovación. Por ejemplo, el conocimiento respecto al proceso biológico de una planta es necesario de conocer para adoptar fertilizantes. Y aunque es posible prescindir de este tipo de conocimiento, el riesgo de que una persona deseche una nueva idea es mucho mayor, y por tanto es más probable que una persona suspenda el uso de la innovación en el corto plazo. Y es que si una persona conoce cómo es el proceso y por qué funciona una innovación, juzgará la efectividad de la innovación de manera más positiva.

#### 2.2.6.1.1 Agentes de cambio

Rogers (2003) subraya que en las etapas de conocimiento los agentes de cambio juegan el rol más distintivo e importante en el proceso de decisión de adopción. Aunque la conciencia de la innovación puede alcanzarse de manera más efectiva a través de los canales de comunicación, la mayoría de los agentes de cambio concentran sus esfuerzos en

generar conciencia, por lo que también es necesario que se enfoquen en las etapas de conocimiento de proceso y de principios. Sobre todo, porque es posible que los usuarios no comprendan el funcionamiento de la innovación, lo que genera que el trabajo del agente de cambio implique más tiempo y complejidad.

#### 2.2.7 Atributos percibidos de la innovación

Para alcanzar la etapa de persuasión, la persona debe formarse una visión hacia la innovación a partir de la percepción de sus atributos, tales como ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, usabilidad y observación, ubicados en la Tabla 12. Los atributos percibidos de la innovación son esenciales para determinar las tasas de adopción que pueden llegarse a alcanzar entre los adoptantes potenciales (Lyytinen y Damsgaard, 2017).

Posterior a la etapa de persuasión inicia la etapa de decisión, la cual ocurre cuando la persona se ha involucrado en una actividad que le exige tomar una decisión entre usar o rechazar la innovación. Así, la adopción se genera en la etapa de implementación, momento en que la persona considera que la decisión de usar la innovación es la mejor opción para avanzar en su trabajo o actividad; y por tanto la pone en práctica.

Alcanzada la implementación, prosigue la confirmación, etapa en la que los individuos busca reforzar la decisión que tomaron respecto a la adopción de la innovación, por lo que la decisión puede revertirse si los individuos están expuestos a mensajes confusos acerca de la innovación. Por esta razón, en esta última etapa es necesario evitar o minimizar la incertidumbre a través de agentes técnicos especializados u otro tipo de agentes (Miranda et al, 2016; Sahin, 2006). No obstante, Dearing y Singhal (2020) explican que la adopción de innovaciones no sólo depende del funcionamiento y desarrollo de la tecnología, sino

también del sistema social y la ubicación geográfica, la cultura social, las condiciones políticas y la uniformidad global (James, 1993).

Tabla 12.

*Atributos percibidos de la innovación*

Atributo	Definición
Ventaja Relativa	Grado en que una innovación es percibida como una mejor idea de lo actualmente empleado. Puede medirse en términos económicos, así como en factores de prestigio social, conveniencia y satisfacción. Y mientras mejor sea la percepción de este atributo, la tasa de adopción será más rápida.
Compatibilidad	Grado en que una innovación se percibe como consistente con los valores existentes, experiencias pasadas y las necesidades de los adoptantes potenciales. Una idea que no es compatible con los valores y las normas del sistema social no será adoptada de la misma manera o tiempo, como puede suceder con una innovación que sí es compatible. Así, una innovación incompatible requiere que primero se adopte el nuevo sistema de valores, lo cual implica un proceso relativamente lento.
Complejidad	Grado en que una innovación es percibida como difícil de comprender y usar. Algunas innovaciones se comprenden rápidamente por la mayoría de los miembros del sistema social; mientras que otras son más complicadas y se adoptan de manera más lenta. Las nuevas ideas que son más simples de comprender son adoptadas en menor tiempo que las innovaciones que requieren el desarrollo de habilidades por parte de los adoptantes.
Capacidad de prueba	Grado en que una innovación puede ser experimentada sobre una base limitada. Las ideas que pueden ser probadas durante el plan de instalación generalmente se adoptan más rápido. Una innovación que puede probarse representa menos incertidumbre para el individuo que la considera adoptar.
Observable	Grado en que los resultados de una innovación son visibles para los otros. Mientras más sencillo sea para los individuos ver los resultados de una innovación, existen más posibilidades de que sean adoptadas. La visibilidad estimula la discusión entre pares de la nueva idea, ya que el adoptante frecuentemente requiere una evaluación sobre la innovación.

Nota: la Tabla explica la definición y alcances de los atributos percibidos de la innovación

Elaboración propia con información de Rogers (2003).

### 2.2.8 Factores ambientales que impactan en la adopción

En la Tabla 13 se describen las externalidades o factores ambientales que pueden influir en la percepción de los beneficios de la innovación, así como la voluntad y habilidad para adoptarla. Por tanto, es posible decir que poseen un “efecto permisivo, donde su presencia o ausencia determina la decisión de adoptar una innovación” (Wejnert, 2002, p. 311).

Tabla 13

#### *Factores ambientales que impactan en la adopción de una innovación*

Externalidad	Descripción
Contexto geográfico	Clima, condiciones de suelo, proximidad con otros adoptantes
Cultura social	Valores, normas, lenguaje, religión, ideología, tradición, homogeneidad cultural, socialización
Condiciones políticas	Políticas nacionales, estructura gubernamental, burocracia
Uniformidad global	Institucionalización de modelos de comportamiento globales,

Nota: describe los factores externos que impactan la adopción. Elaboración propia con información de Wejnert (2002).

### 2.2.9 Esquema teórico de la presente investigación

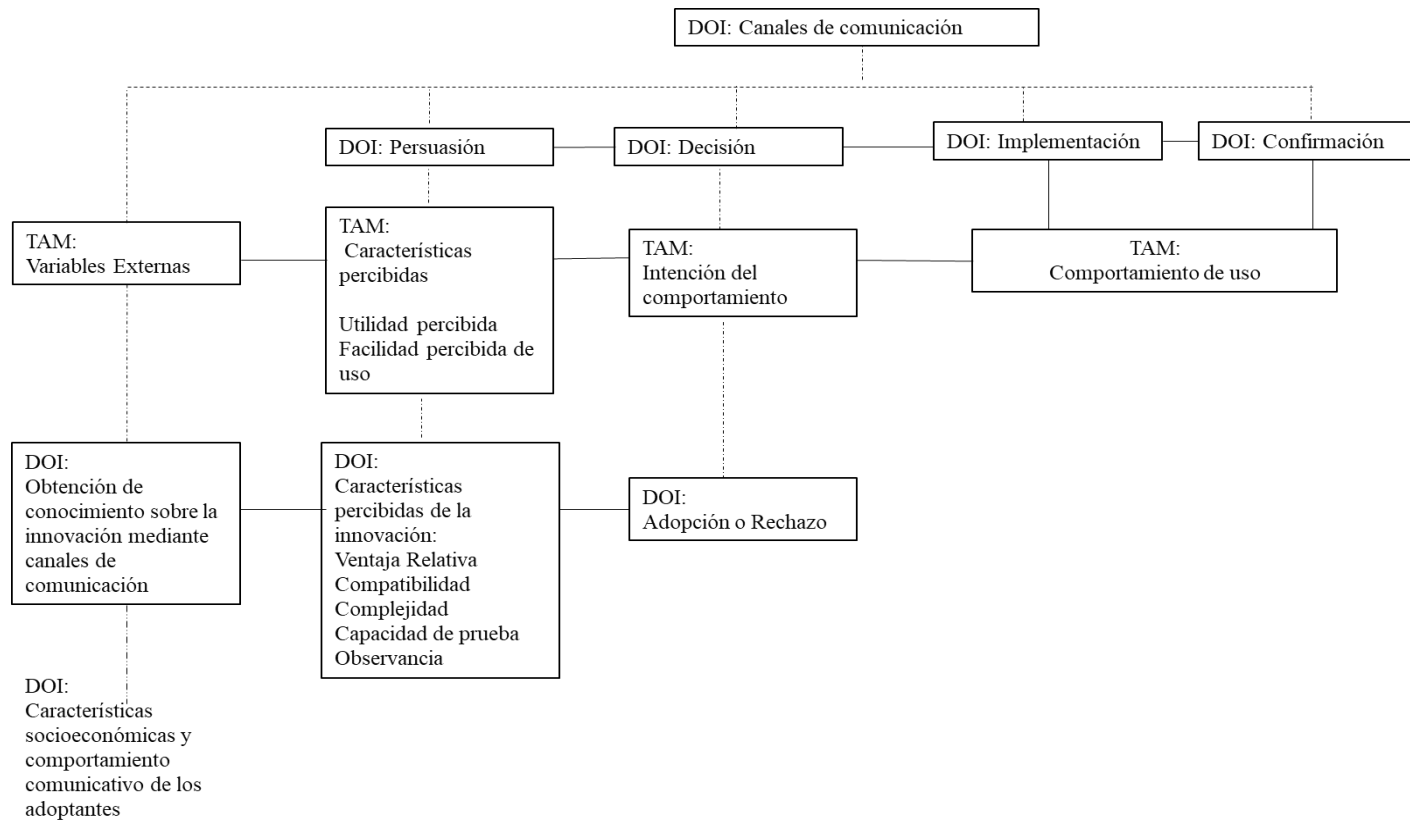
Una vez abordadas las perspectivas teóricas que sustentan la presente investigación, la Figura 13 esquematiza los elementos y pasos de las dos principales teorías que sustentan el presente trabajo: El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) y la Difusión de Innovaciones (DOI).

En el primer plano del esquema, la TAM integra variables externas que influyen en la adopción tecnología, tales como la relevancia de ocupación, capacidad de innovación, auto eficacia e influencia social. En tanto la DOI integra en este mismo plano, el conocimiento que adquiere el adoptante respecto a la innovación, por tanto, puede asimilarse a las variables externa que propone el modelo de la TAM.

En el segundo plano, la TAM refiere que las variables externas influyen en dos percepciones respecto a la innovación: utilidad percibida y facilidad percibida de uso. En el caso de la DOI existe una relación con los conceptos de Davis (1989) en la etapa de persuasión, ya que se refiere a los atributos percibidos de la innovación por parte del potencial adoptante, tales como ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, capacidad de prueba y observable. En el tercer plano mientras en la TAM se nombra como intención del comportamiento a la propensión del potencial adoptante a tener una actitud positiva hacia la innovación, en la DOI a este comportamiento se le denomina adopción o rechazo y constituye la etapa de decisión del modelo teórico. En el cuarto plano, la TAM denomina al comportamiento de uso a la manera en que el adoptante

Figura 13.

*Teorías que sustentan la presente investigación*



Nota: muestra las etapas del proceso de adopción de innovaciones que suceden de manera simultánea entre los modelos de Davis (1996) y Rogers (2003). Las líneas punteadas indican la etapa que sucede de forma simultánea entre la TAM y la DOI y las líneas sólidas la continuidad que propone cada modelo. Elaboración propia

## **Capítulo 3**

### **Estrategia Metodológica**

El punto de partida para la definición de la estrategia metodológica reside en alcanzar el objetivo de la presente investigación, el cual consiste en explorar las oportunidades y limitantes para la adopción de innovaciones biotecnológicas a partir de las experiencias que poseen agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala con fertilizantes químicos, plaguicidas y tecnologías orientadas a la sustentabilidad de los cultivos. El capítulo aborda una estrategia metodológica para un estudio de casos múltiples de tipo instrumental (Stake, 2013), a partir de los elementos que propone Ceballos<sup>1</sup> (como se citó en Ceballos, 2009) y las etapas definidas por Yin (2018), tal y como puede apreciarse en la Figura 14.

#### 3.1. Definición y Diseño

##### 3.1.1 Diseño de investigación

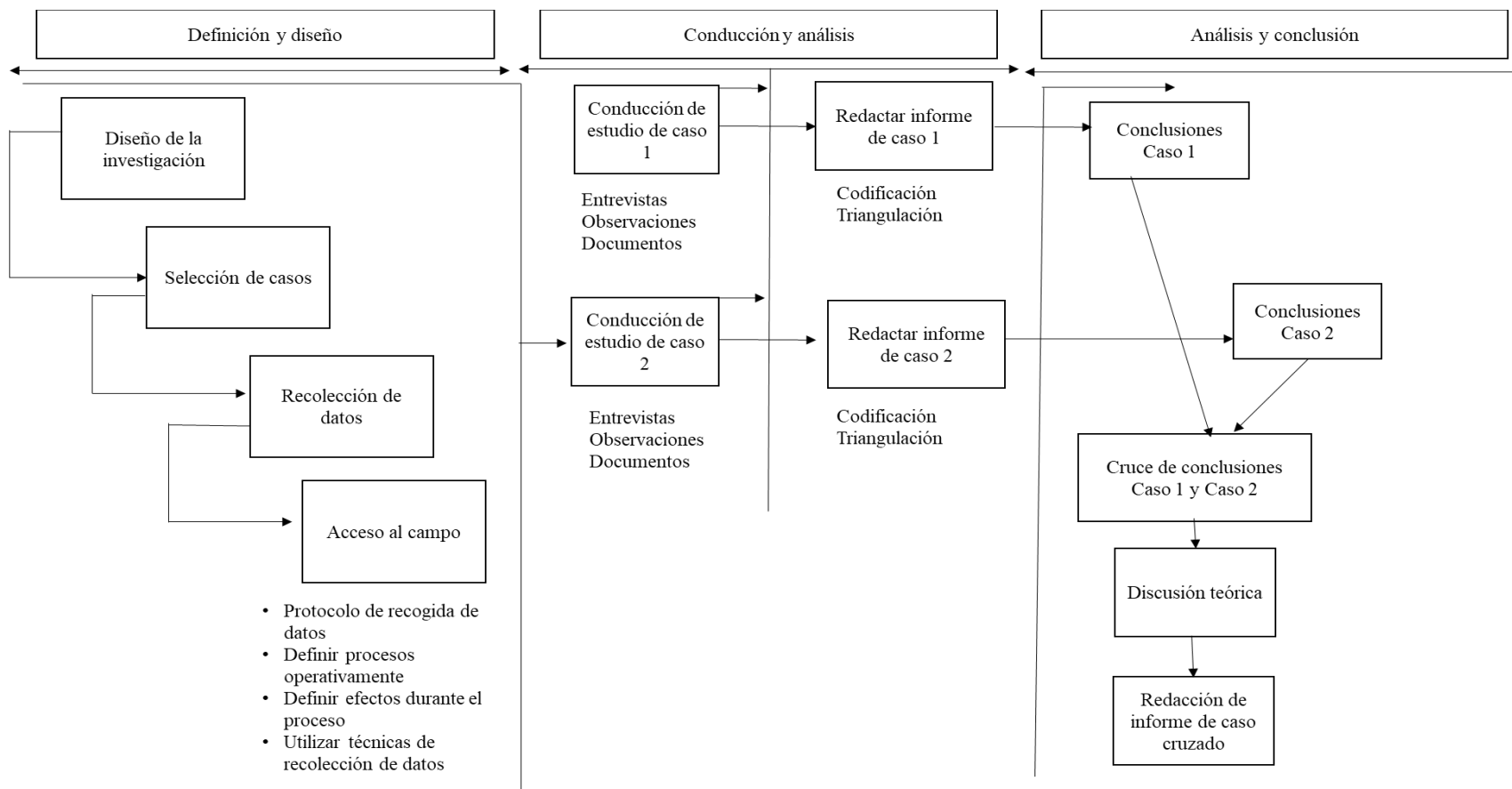
Para esta investigación el método cualitativo se considera el más oportuno para estudiar a las personas de manera individual dentro del ambiente del problema de estudio, y adentrarse en la comprensión de significados e integrar múltiples tipos de datos, para así conformar unidades abstractas de información (Cresswell y Cresswell, 2018). La ubicación específica de los agricultores y su experiencia con distintos tipos de tecnologías hacen que el estudio de caso cualitativo se configure como el diseño de investigación idóneo para realizar un análisis a profundidad de la descripción de las oportunidades y limitantes adopción de innovaciones biotecnológicas por parte de agricultores.

---

<sup>1</sup> “a) selección del caso, b) acceso al campo, c) recolección de datos, d) análisis e interpretación de los datos, e) credibilidad del estudio y f) redacción del informe” (como se citó en Ceballos, 2009, p. 418)

Figura 14.

*Estrategia metodológica de la presente investigación*



Nota: El esquema integra las etapas mencionadas por Yin (2018) y los elementos propuestos por Ceballos (como se citó en Ceballos, 2009). Elaboración propia.

Stake (2013) señala la existencia de dos tipos de estudio de caso: instrumental e intrínseco. El primero corresponde a “ilustrar cómo las preocupaciones de los investigadores y los teóricos están manifiestas en el caso” (Stake, 2013, 169). Esto significa que el caso se emplea como medio para estudiar un problema o refinar una teoría, en sí el caso posee un interés secundario porque juega un rol de respaldo y facilita el entendimiento de “algo más” (Stake, 2013, p.159). No obstante, la profundidad del análisis existe, los contextos se estructuran y las actividades se detallan sólo que con el propósito de dirigirse hacia el interés externo. En tanto, el estudio de caso intrínseco “apunta a desarrollar lo que se percibe que son las cuestiones, contextos e interpretaciones propios del caso, su ‘descripción densa’” (p. 168). Por esta razón, se busca un conocimiento profundo del caso, con el objetivo de agrupar los significados complejos, así como describir el caso a través de una narrativa que permita a los lectores vivir y experimentar los acontecimientos de manera directa, a la vez de brindarles la oportunidad de sacar sus propias conclusiones.

Para esta investigación se selecciona al estudio de caso instrumental, debido a la existencia de una extensa literatura respecto a la adopción de innovaciones, lo cual es considerado por Stake (2013) como un conocimiento previo de las cuestiones críticas. Además, en este tipo de casos se siguen las expectativas disciplinarias, lo cual significa el empleo de instrumentos ya desarrollados y un método de codificación formal que permite conectar e interpretar tanto datos como fuentes de datos, para conformar informes (Miles y Huberman, 1994).

Así, la justificación de la metodología seleccionada se fundamenta en la oportunidad de obtener una mayor comprensión de las percepciones de las personas respecto a un fenómeno particular (Merriam, 2009) y poner atención a las experiencias ordinarias (Stake, 2006). Lejos de contar con experimentos o pruebas de hipótesis, los casos de estudio

cualitativo se enfocan a generar relaciones entre factores y cuestionamientos de las disciplinas académicas y las prácticas que ocurren dentro de un hábitat natural (Stake, 2006). Por tanto, los resultados están más orientados a obtener particularidades y no generalizaciones. “Se toma un caso particular y se llega a conocerlo bien, y no principalmente para ver en qué se diferencia de los otros (...) se destaca la unicidad” (Stake, 2010, p. 20).

De igual forma, la selección del estudio de caso como metodología de la presente investigación se apoya en las tres condiciones que Yin (2018) refiere para su empleo: la primera consiste en contar con un objetivo de investigación que responda a las preguntas “por qué” o “cómo”. En este punto se cumple esta primera condición con la pregunta de investigación del presente trabajo: ¿Cómo las experiencias que poseen agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala con fertilizantes químicos, plaguicidas y tecnologías encaminadas a la sustentabilidad de los cultivos orientan las oportunidades y limitantes para la adopción de innovaciones biotecnológicas en agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala?

La segunda condición define que el investigador debe tener poco control sobre los eventos, lo que sucede en la presente investigación, ya que las descripciones surgen del contexto donde se ubican los agricultores, quienes controlan el proceso de cultivo y siembra de sus productos agrícolas, y en el cual la investigadora del presente proyecto no tiene oportunidad de interferir.

La tercera condición que Yin (2018) refiere que la investigación debe enfocarse a un fenómeno actual dentro de un contexto real, específicamente donde no existen límites claros entre el fenómeno y el contexto. Aspecto que también se cumple, puesto que la adopción de innovaciones es un proceso individual con influencia de factores externos, que

no tiene un momento específico de aparición dentro del conjunto de actividades que realiza el agricultor respecto a la siembra, preparación y cuidado de las tierras.

Así mismo, contar con dos casos que poseen características similares entre sí permite establecer lo que Stake (2013) y Yin (2018) denominan como caso múltiple o colectivo; es decir, “casos dentro del caso, casos incorporados o mini casos” (Stake, 2013, p.172), los cuales están definidos por las condiciones de sus contextos particulares (Yin, 2014).

En este sentido, los estudios de caso múltiple emplean a cada caso como un instrumento (Stake, 2013) que permite comprender situaciones y cuya condición esencial es poseer un funcionamiento y actividad similar (Stake, 2006). Para esta investigación los dos casos seleccionados son similares en cuanto a las unidades de estudio que integran cada caso (agricultores), las actividades que llevan a cabo (empleo de tecnologías) y el funcionamiento (adopción o rechazo de tecnologías). Estas tres condiciones permiten configurar al caso como un sistema integrado que ha sido definido de forma deliberada (Stake, 2006).

### 3.1.2. Selección de casos

La selección de los casos se hizo por muestra conveniencia (GAO, 1990, y Mendieta, 2015) y muestra propositiva (Bernard, 2006). La primera se emplea para responder a preguntas de investigación que buscan responder a lo que sucede en un lugar que se ha seleccionado y corresponde a “todos los sujetos que estén disponibles” (Bernard, 2006, p. 192). En cuanto a la segunda, el investigador busca a los informantes que sirven para sus objetivos (Bernard, 2006). Para esta investigación, la selección se basó en la oportunidad y acceso a los agricultores, y porque conocían o habían tenido algún tipo de experiencia con tecnologías encaminadas a la productividad y protección de los cultivos.

Estas condiciones condujeron a seleccionar informantes generales, los cuales perciben fenómeno de una manera parcial (Mendieta, 2015). De esta forma, la investigadora pudo acceder a cuatro agricultores que han trabajado con la Facultad de Biotecnología en UPAEP y cuentan con la característica de poseer niveles de licenciatura, maestría y estudios en curso de doctorado. La vinculación entre los agricultores y el investigador de UPAEP se ha generado por su relación comercial o dirección de tesis.

Estos agricultores al momento de la realización de esta investigación se encontraban implementando una innovación biotecnológica por el vínculo preexistente con el doctor Luis Daniel Ortega, catedrático de la Facultad de Biotecnología en UPAEP. Sin embargo, para lograr responder las preguntas generales de investigación resultó necesario integrar a agricultores que no tuvieran vinculación con investigadores o científicos del área de biotecnología de la UPAEP o de cualquier otra institución educativa en México. Aunque sí se consideró que tuvieran experiencia con ingenieros agrónomos, representantes de marcas de fertilizantes o abonos orgánicos, así como capacitadores gubernamentales. Además, por las limitaciones de acceso a los agricultores no se realizó una distinción en el tipo de cultivo o producto cultivado.

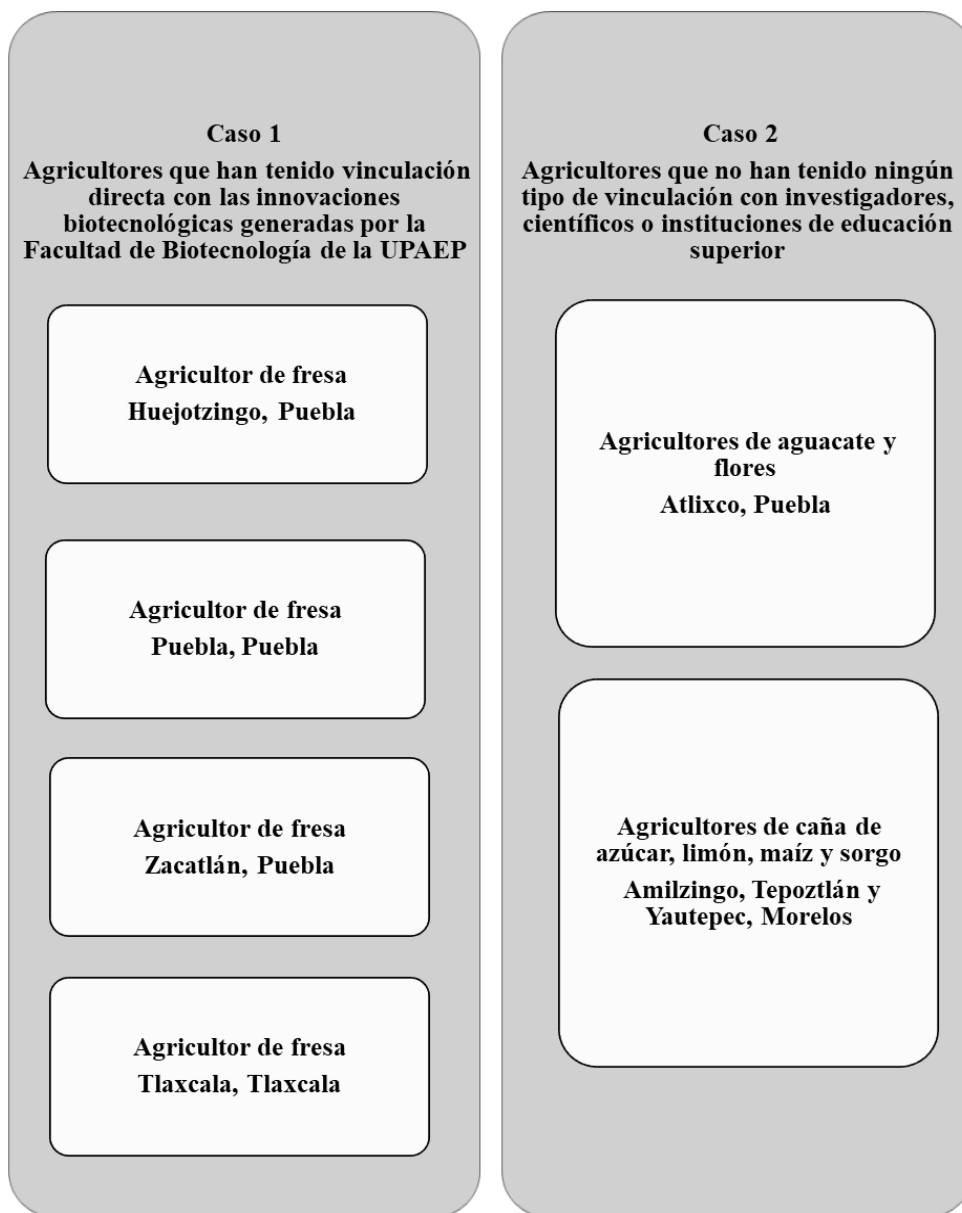
Con las características antes mencionadas se buscaron mayores puntos de comparación y obtener las experiencias que viven los agricultores que no cuentan o no han tenido la oportunidad de vincularse con investigadores. La Figura 15 presenta un esquema en el que se pueden observar los dos estudios de caso que integran la presente investigación, y cuyas características son las siguientes:

Caso 1: agricultores que han tenido vinculación directa con las innovaciones biotecnológicas generadas por la Facultad de Biotecnología de la UPAEP

Caso 2: agricultores que no han tenido ningún tipo de vinculación con investigadores, científicos o instituciones de educación superior

Figura 15

*Casos de la presente investigación*



Nota: Elaboración propia con información de Yin (2018).

### 3.1.3 Recolección de datos

Se propuso trabajar en tres vías: información documental, entrevistas a agricultores y entrevistas a expertos. Sobre la información documental se realizó el análisis de informes, reportes e investigaciones disponibles sobre el desarrollo social y económico de los municipios donde se encontraban los agricultores, además de especificar el contexto agrícola y uso de fertilizantes químicos empleados en los municipios o juntas auxiliares. Las Tablas 14 y 15 especifican los diversos ámbitos de procedencia, tales como el gubernamental y académico. En conjunto, la diversidad de fuentes constituye un respaldo para generar interpretaciones más sólidas al momento del análisis.

Tabla 14

#### *Fuentes documentales de la presente investigación*

Fuente	Título del documento	Autor	Año de publicación
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	Revalorización de los sistemas de producción locales: el caso del maíz en Santa Ana Xalmimilulco, Puebla	Regalado et al.	2021
Ecorfan	MIPE´S un estudio sistémico: Huejotzingo	Ortega et al.	2015
Gobierno de Puebla	Plan de Desarrollo Municipal de Huejotzingo, Puebla 2018-2021	Gobierno de Puebla	2020
Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI)	Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017	INEGI	2017

---

Nota: Las fuentes integran información de los ámbitos económicos, político, social, tecnológico y agrícola. Elaboración propia.

Tabla 15

*Fuentes documentales de la presente investigación (continuación)*

Fuente	Título del documento	Autor	Año de publicación
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)	Panorama Agroalimentario	SIAP	2021
Gobierno Municipal de Atlixco	Plan Municipal de Desarrollo Atlixco 2018-2021	Gobierno Municipal de Atlixco	2018
Puebla, Gobierno Municipal	Plan Municipal de Desarrollo 2021	Puebla, Gobierno Municipal	2021
Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos	Plan Municipal de Desarrollo. Administración 2019-2021	TEMOAC, Gobierno Municipal	2019
Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos	Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021	H. Ayuntamiento de Tepoztlán, Morelos	2020
Periódico Oficial No. 28 Cuarta Sección	Plan de Desarrollo Municipal Hueyotiplan 2017-2021	Lic. Bladimir Zainos Flores, Presidente Constitucional de Tlaxcala	2017
Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos	Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018 del Municipio de Yautepec de Zaragoza, Morelos	Ayuntamiento Constitucional de Yautepec Morelos	2016
Gobierno de Zacatlán	Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024	Gobierno Municipal de Zacatlán	2021
DataMéxico	DataMéxicoBeta	Secretaría de Economía y Datawheel	2022

Nota: Las fuentes integran información de los ámbitos económicos, político, social, tecnológico y agrícola. Elaboración propia

La segunda vía de trabajo apuntó a la elección de informantes clave<sup>2</sup>, que brindaran su experiencia respecto a la implementación de innovaciones sustentables en el campo. El primer informante fue el doctor Luis Daniel Ortega por su experiencia como investigador en el área de biotecnología, y quien colabora con agricultores de Puebla y Tlaxcala en procesos de adopción de innovaciones y dirigir tesis de maestría y doctorado. Actualmente desarrolla una spin off<sup>3</sup> cuyo mercado principal son los pequeños y medianos agricultores. Estos elementos le han permitido interactuar cara a cara con las problemáticas de rechazo de las innovaciones y conformar una serie de habilidades para alcanzar el convencimiento de los agricultores.

El segundo informante clave fue Guillermo González Arriaga, fundador de la empresa Agrohonus Kelp, la cual desarrolla y distribuye productos biotecnológicos a base de lombriz, algas marinas, ácidos húmicos y nitrógeno líquido con distribución en los estados de Sinaloa y Chiapas. Desde el año 2019 ha buscado penetrar en el mercado de los pequeños y medianos agricultores, lo cual le ha conferido experiencia sobre los obstáculos que enfrentan las organizaciones para la comercialización de biofertilizantes.

El tercer informante clave fue el señor Antonio Álvaro Espinal, quien fue miembro del comité ciudadano de Sanidad Vegetal del estado de Tlaxcala, a la vez de ser agricultor de Alfalfa y Sorgo. Fue contactado a través de la maestra Rocío Espinal, egresada de la especialidad en Comercialización de Innovaciones de la Universidad Autónoma de Morelos, quién brindó el número telefónico a la investigadora. En el caso del doctor Luis Daniel Ortega, se realizó una entrevista semiestructurada por video conferencia a través de

---

<sup>2</sup> “persona que habla del fenómeno en relación a todo, que tiene amplio conocimiento en relación a todo” (Mendieta, 2015, p. 130)

<sup>3</sup> organización con un componente tecnológico que busca explotar comercialmente la propiedad intelectual obtenida como resultado de la investigación originada en la universidad (Zuluaga et al., 2016)

la plataforma Google Meet, la cual duró 1 hora 20 minutos, en tanto con el fundador de Agrohumus Kelp y el señor Antonio Álvaro Espinal, fueron vía telefónica con una duración de 40 minutos y 1 hora 40 minutos respectivamente.

La tercera vía fueron los agricultores. Para los correspondientes al Caso 1 se generaron videoconferencias en la plataforma Zoom entre los meses de enero y mayo de 2021. En este periodo se buscó priorizar la salud y seguridad de los participantes ante la existencia de la contingencia sanitaria ocasionada por la Covid-19 en México, y la solicitud de las autoridades gubernamentales de evitar reuniones presenciales. La Tabla 16 integra las fuentes de datos originadas de agricultores e informantes clave.

Tabla 16

*Fuentes de informantes claves y generales de la presente investigación*

Cantidad	Fuente	Ubicación	Medio	Mes
4	Agricultores de cultivo de fresa	Huejotzingo, Zacatlán y Puebla, Puebla Hueyotlipan, Tlaxcala	Plataforma Zoom	Mayo 2021
5	Agricultores de caña de azúcar y sorgo	Amilzingo y Tepoztlán, Morelos	Llamada telefónica	Agosto 2021
3	Agricultores de, caña de azúcar, limón, maíz y sorgo	Yautepec, Morelos	Visita a cultivos	Septiembre 2021
4	Agricultores de flor	Atlixco, Puebla	Visita a cultivos e invernaderos	Septiembre 2021
2	Agricultores de aguacate	Atlixco, Puebla	Reunión en cafetería	Septiembre 2021
3	Informantes clave	Tapachula, Chiapas, Tlaxcala, Tlaxcala, y Puebla, Puebla.	Llamada telefónica y Google Meet	Agosto y Octubre 2021

Nota: las entrevistas se realizaron en distintos momentos y contextos. Elaboración propia.

Para el Caso 2, se realizaron entrevistas vía telefónica a los agricultores del municipio de Tepoztlán Morelos. Los datos de contacto de los entrevistados fueron brindados por el maestro Humberto Robles Ubaldo, quien acudió directamente con los agricultores y enlazó telefónicamente a la investigadora. En tanto, para los agricultores de los municipios de Amilzingo y Yautepec, Morelos y del municipio de Atlixco, Puebla se realizaron visitas presenciales a sus cultivos e invernaderos. En el caso de los agricultores de aguacate se concertó una reunión en un restaurante del municipio de Atlixco. Tanto José Alfredo Jiménez como el maestro Humberto Robles Ubaldo estuvieron presentes y acompañaron personalmente a la investigadora a las visitas a los cultivos e invernaderos en los meses de septiembre y octubre de 2021, respectivamente.

Las Figuras 16,17, 18 y 19 muestran ejemplos del proceso de recolección de datos a través de videoconferencias y visitas a sitio.

Figura 16

*Evidencia 1 de entrevista para recolección de datos de la presente investigación*



Nota: entrevista realizada con agricultura de Zacatlán, Puebla vía Zoom. Elaboración propia.

Figura 17

*Evidencia 2 de entrevista para recolección de datos de la presente investigación*



Nota: entrevista a profundidad con agricultor de Puebla, Puebla vía Zoom Elaboración propia.

Figura 18

*Evidencia 3 de entrevista para recolección de datos de la presente investigación*



Nota: entrevista a profundidad con agricultor de Atlixco, Puebla en cultivo. Elaboración propia.

Figura 19

*Evidencia 4 de entrevista para recolección de datos de la presente investigación.*



Nota: entrevista a profundidad con agricultor de Yautepec, Morelos en cultivo. Elaboración propia.

La técnica de recolección de datos tanto para los informantes generales como para los informantes clave fue la entrevista a profundidad, la cual se basa en un modelo de plática entre iguales (Robles, 2011); es decir, una reunión que tiene el objetivo de comprender las perspectivas que poseen los informantes acerca de experiencias, situaciones o sus vidas, todo expresado en sus propias palabras. Además de contribuir a un cuerpo de conocimiento conceptual y teórico que se basa en los significados de las experiencias de la vida de los entrevistados (DiCicco-Bloom y Crabtree,2006)

Por esta razón, el entrevistador también se convierte en un instrumento de análisis, que por medio de preguntas explora, detalla y rastrea la información más importante para los

objetivos de la investigación. La intención es conocer suficientemente a las personas para comprender lo que quieren decir, y con esto conformar una atmósfera en la que se incrementa la probabilidad de que se expresen de manera voluntaria y libre, “logrando vínculos estrechos, inmediatos y fieles” (Robles, 2011, p.40).

Las entrevistas a profundidad se han tipificado en la literatura como sin estructura, semiestructuradas y estructuradas (DiCicco-Bloom y Crabtree,2006); aunque éstas últimas consideran que generalmente producen la mayor parte de las veces datos cuantitativos. Por lo que consideran que las dos primeras son las que apoyan más a las investigaciones de corte cualitativo.

Para DiCicco-Bloom y Crabtree (2006) las entrevistas sin estructura son un equivalente a las conversaciones guiadas y se basan en datos derivados de la observación. En tanto las entrevistas semiestructuradas son la principal fuente de información de un proyecto de investigación cualitativa y son acordadas con tiempo y en un lugar específico.

Generalmente están organizadas por una serie de preguntas abiertas junto con otras que surgen del diálogo entre el entrevistador y el entrevistado. Comúnmente se conducen por una sola ocasión y toman un tiempo entre 30 minutos y varias horas.

Para esta investigación se realizaron entrevistas a profundidad semiestructuradas a cada uno de los agricultores, investigador y empresarios entre 30 minutos y 1 hora 30 minutos, las cuales fueron grabadas en formato electrónico MP3 y posteriormente transcritas a formato word. La duración de cada entrevista a profundidad estuvo determinada por el alcance de un nivel de saturación teórica (Saunders et al, 2018 y Strauss y Corbin, 1998); es decir, el punto donde no existen nuevos códigos en los datos, ya que se encuentran varios ejemplos de los mismos códigos, pero no surgen nuevos (Urquhart, 2013). Los

participantes consintieron su participación verbalmente y no recibieron ninguna compensación por su colaboración.

Los instrumentos empleados fueron dos guías de preguntas agrupadas por temas, con base a los objetivos del estudio y revisión de la literatura, los cuales pueden encontrarse en los anexos 1 y 2 del presente documento.

#### 3.1.4 Acceso al campo

El primer acercamiento con los agricultores del Caso 1 fue a través del doctor Luis Daniel Ortega, profesor-investigador de la Facultad de Biotecnología en la UPAEP, quien gestionó las entrevistas al avisar personalmente a los entrevistados y brindar datos de contacto, ya que los ha guiado y asesorado en la implementación de innovaciones biotecnológicas como los biofertilizantes, durante un periodo de un año como mínimo.

Para los agricultores del Caso 2 el acceso fue posible a través de José Alfredo Jiménez, originario del municipio de Atlixco, Puebla y estudiante de la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la Benemérita Universidad, Autónoma de Puebla, cuyos familiares son productores de flores; y por el maestro Humberto Ubaldo Robles, ex presidente municipal de Tepoztlán, Morelos. Las principales dificultades para acceder al campo fue la localización y tiempo disponible de las personas con acceso a los agricultores, lo cual generó retrasos para la recolección de datos.

#### 3.1.5 Casos de estudio

Una vez determinada la definición de los casos de estudio, se realiza una descripción de cada uno a partir de un extenso trabajo documental orientado a datos estadísticos que permitan construir una línea base que brinda contexto a los casos. La información descrita integra los entornos económico, social y de producción agrícola, tales como los tipos de productos, superficies sembradas y cosechadas en miles hectáreas, así como el volumen de

producción en miles de toneladas, distribuido por los siguientes tipos de cultivo (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016): perenne (periodo vegetativo de más de 12 meses), cíclicos (periodo vegetativo menor de 12 meses), bienal (ciclo productivo de dos años), y temporal (producción depende del comportamiento de lluvias y capacidad del suelo para captar agua). Igualmente, se indican los productos que están considerados dentro de las agendas técnicas de los estados a los que pertenecen los casos, y el empleo de fertilizantes químicos.

3.1.5.1. Caso 1: Agricultores que han tenido vinculación directa con las innovaciones biotecnológicas generadas por la Facultad de Biotecnología de la UPAEP

Este caso está integrado por tres agricultores de los municipios de Huejotzingo, San Francisco Teotimehuacan y Zacatlán, ubicados en el estado de Puebla y una agricultura ubicada en Hueyotiplan, Tlaxcala. Cada uno trabaja directamente con el doctor Luis Daniel Ortega, profesor-investigador de la Facultad de Biotecnología de la UPAEP, como parte de sus estudios de doctorado, o por consultoría externa para el mejoramiento de cultivos.

En el caso del doctor Luis Daniel Ortega su objetivo es generar colaboraciones con los agricultores con el propósito de contribuir a la mejora de las condiciones de la agricultura en México, a través de líneas de investigación enfocadas a los sistemas de producción y estrategias de agrobiotecnología. Entre estas estrategias destaca el desarrollo de biofertilizantes para contrarrestar el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos en el campo y evitar afectaciones en la salud y ADN de los agricultores.

Es importante puntualizar que los biofertilizantes aplicados a la agricultura son microorganismos que se generan en un laboratorio con células vivas o latentes de organismos, así como fijadores de nitrógeno, agentes de solubilidad a base de fosfatos,

microorganismos celulares, promotores de crecimiento, entre otros que se aplican a las semillas o plantas con el objetivo de incrementar su crecimiento (Zambrano et al.,2021).

Por esta razón, en las últimas dos décadas el incremento de los biofertilizantes ha sido notable en distintas partes del mundo, sobre todo porque son considerados como un biotecnológico sustentable y factible de utilizar para aumentar el rendimiento de los cultivos, mejorar y restaurar la fertilidad de los suelos, estimular el crecimiento de las plantas y reducir los costos de producción e impactos ambientales asociados con los fertilizantes químicos. Los cultivos donde se han aplicado con mayor frecuencia son el arroz, cúrcuma, maíz, tabaco, té, café, papa, alfalfa, jitomate, sorgo, fresas, chícharos, lechuga, frijoles, zanahoria, algodón, berenjena, entre otros. Así mismo, el mercado de biofertilizantes en Latinoamérica podría crecer a una tasa anual del 10 por ciento durante el periodo de 2020-2025, siendo Argentina y Brasil los países con mayor crecimiento, debido a las políticas gubernamentales, fáciles procesos de registro y el crecimiento de granjas orgánicas (Zambrano et al.,2021).

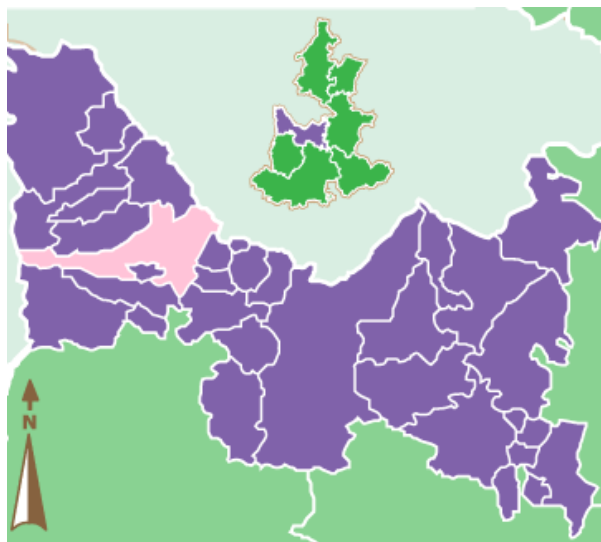
#### 3.1.5.1.1. Minicaso 1. Gerardo J. Huejotzingo, Puebla.

Gerardo J., de 33 años de edad, estudia el doctorado en Biotecnología en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, aspecto que lo ha motivado a incursionar en el cultivo de fresas. Como parte del negocio familiar a la cabeza de su padre, se dedica a cultivar una variedad de plantas, como el sorgo, maíz, frijol, calabaza, haba y avena. Individualmente ha buscado innovar en el negocio a través del cultivo de pepino y chayote, productos que, en su opinión, poseen buena demanda.

El caso de Gerardo J. está ubicado en Huejotzingo, municipio del Estado de Puebla, ubicado a menos de 30 kilómetros de la capital, tal y como puede apreciarse en la Figura 20.

Figura 20

*Mapa del municipio de Huejotzingo*



Nota: Adaptado de Huejotzingo [Fotografía], por Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, s.f.,

(<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21074a.html>)

Esta cercanía los posiciona como uno de los municipios más importantes y poblados del Estado al contar con un total de 90,794 habitantes, de los cuales 48.5 por ciento son hombres y 51.5 por ciento, mujeres (DataMÉXICO,s.f.).

Sobre la situación educativa, destaca que en la población entre 18 a 29 años, sólo el 19.6 por ciento asiste regularmente a la escuela, porcentajes que sitúan al municipio 12 puntos abajo del promedio para el estado de Puebla, que es de 31 por ciento (Gobierno del Estado de Puebla,2020.). En tanto, el 25.6 por ciento de la población vive carencias sociales relacionadas con el acceso a la seguridad social, alimentación y servicios de salud, lo que ha conducido a que un 4.82 por ciento viva en una situación vulnerable (DataMÉXICO, s.f.); es decir, forman parte de un grupo que

por sus características de desventaja por edad, sexo, estado civil; nivel educativo, origen étnico, situación o condición física y/o mental; requieren de un esfuerzo adicional para incorporarse al desarrollo y a la convivencia (Cámara de Diputados, s.f.)

La situación vulnerable que vive la población es posible consecuencia de del bajo valor productivo y la situación informal de las actividades económicas (ONU HABITAT, 2018), aunque el 50.53 por ciento de la población es económicamente activa, y de este porcentaje el 97.2 por ciento está ocupado, en tanto el 31.68 por ciento de este mismo porcentaje corresponde a trabajadores asalariados y el 31 por ciento a trabajadores no asalariados.

Y a pesar de que la población ocupada tiene actividad en los sectores primario, secundario y terciario, como se observa en la Tabla 17; la tasa de pobreza del municipio es muy alta (ONUHABITAT, 2018).

Tabla 17

*Sectores de actividad económica de Huejotzingo*

Sector	Porcentaje
Primario	15.0%
Secundario	34.9%
Comercio	18.7%
Servicios	30.5%

Nota: muestra la distribución de la población ocupada. Elaboración propia con información de Gobierno del Estado de Puebla (2020).

Esto se debe a que gran parte de la población ocupada posee empleos de muy baja remuneración o insuficientes para satisfacer la canasta básica de las familias; además de que las condiciones laborales no permiten el acceso a mejores oportunidades de vida. Estas situaciones incrementan el grado de desigualdad social, puesto que se reduce la posibilidad de acceder a satisfactores sociales como la educación, salud, vivienda y seguridad social (ONUHABITAT,2018).

### 3.1.5.1.1.1 Contexto agrícola de Huejotzingo

En 2020 el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) indicó que el valor de la producción agrícola de Huejotzingo fue de 65, 855.85 millones de pesos. La superficie sembrada fue de 5,177.00 hectáreas, mientras la cosechada fue de 5,177.00 hectáreas. Durante en ciclo agrícola Otoño- Invierno de 2020 se cultivaron en la modalidad de riego los siguientes productos agrícolas: avena forrajera en verde, cebolla, chile verde, huazontle, lechuga, gladiola. La Tabla 18 indica la superficie sembrada y cosechada y el volumen de producción de cada producto.

Tabla 18.

#### *Reporte agrícola de Huejotzingo durante el ciclo Otoño-Invierno 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas )
Avena forrajera en verde	4.8	4.8	80.88
Cebolla	13.5	13.5	211.41
Chile verde	5.5	5.5	53.9
Huazontle	15.5	15.5	221.03
Lechuga	3.8	3.8	54
Gladiola	4.9	4.9	7295.02

Nota: los productos cosechados corresponden a los sistemas de riego (SIAP, 2020).

Para el ciclo Primavera-Verano de 2020, los productos cultivados fueron la avena forrajera en verde, brócoli, calabacita, cebolla, coliflor, frijol, lechuga, maíz forrajera en verde, maíz de grano. La tabla 19 indica las superficies sembradas y cosechadas, volúmenes de producción y modalidades de cultivo.

Tabla 19.

#### *Reporte agrícola de Huejotzingo durante el ciclo Primavera- Verano 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)	Modalidad de Cultivo
--------------------	---------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------

Avena forrajera en verde	52	52	940.16	Riego
Brócoli	20	20	321.6	Riego
Calabacita	22	22	465.08	Riego
Cebolla	15	15	262.95	Riego
Coliflor	25	25	628.75	Riego
Frijol	39	39	51.48	Riego
Lechuga	8	8	121.68	Riego
Maíz forrajero en verde	471	471	14021.67	Riego
Maíz grano	252	252	1106.28	Riego
Frijol	350	350	318.5	Temporal
Maíz grano	3810	3810	7115.3	Temporal
Zempoalxochitl	65	65	464.75	Temporal

Nota: los productos varían al ciclo Otoño-Invierno 2020 (SIAP, 2020).

El tipo de cultivo perenne, constituido por productos como la alfalfa verde, durazno, frambuesa, manzana, pera, tejocote, zarzamora, durazno, manzana, nuez, pera, y uva en las modalidades de riego y temporal. La Tabla 20 muestra las superficies sembradas y cosechadas y volúmenes de producción.

En el cierre agrícola 2020 (SIAP, 2020) reporta que en Huejotzingo la alfalfa verde y el maíz forrajero en verde son los productos con mayor valor de producción, y que posiblemente proporcionan mayores ingresos al agricultor a causa de las demandas que se tienen en los grandes centros de consumo (Hernández, 2017).

Sobre los productos agrícolas que están contemplados dentro de la Agenda Técnica Agrícola de Puebla (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2017) se consideran a la manzana, el frijol y el maíz. Esta Agenda tiene el objetivo que los productores primarios tengan acceso a paquetes tecnológicos que permiten la implementación de innovaciones, reducir costos de producción e incrementar ingresos por venta de los productos.

Tabla 20

*Reporte Agrícola de Huejotzingo sobre productos perennes en 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)	Modalidad de cultivo
Alfalfa verde	452.5	452.5	36589.15	Riego
Durazno	51	50	377	Riego
Frambuesa	25.5	25.5	270.02	Riego
Manzana	6.5	6.5	52	Riego
Pera	244.5	244.5	2046.47	Riego
Tejocote	42.9	42.9	258.69	Riego
Zarzamora	13	13	91.07	Riego
Durazno	89.5	89.5	542.37	Temporal
Manzana	6	6	34.02	Temporal
Nuez	4.5	4	16	Temporal
Pera	87	87	645.54	Temporal
Tejocote	74	73	432.89	Temporal
Uva	2	0	0	Temporal

Nota: la tabla corresponde a un periodo vegetativo mayor a 12 meses (SIAP, 2020)

Respecto a tenencia de la tierra que determina la producción agrícola de Huejotzingo, un 70 por ciento está en poder de ejidatarios, y el 30 por ciento restante está en manos de pequeños propietarios. Así mismo, el 51.3 por ciento de las superficies de riego pertenecen a particulares y el 47.7 por ciento son de ejidatarios, quienes llegan a ser propietarios sólo de tres o cuatro surcos para sembrar, en contraposición a pequeños propietarios que poseen de 10 a 15 hectáreas. Estos datos indican que dentro del contexto agrícola del municipio existen discordancias que provocan distintos niveles económicos entre los mismos agricultores, lo que llega a generar abandono de tierras o migraciones hacia otros centros (Hernández, 2017).

Respecto al consumo de fertilizantes químicos en el campo, el gobierno municipal en 2020 entregó 5,000 paquetes de fertilizante urea, lo que equivale a más de 270 toneladas para la producción de productos como el maíz y el tejocote (Central, 2020). No obstante,

también existen proyectos de agricultura sostenible, como es el caso del otorgamiento de fertilizantes orgánicos por parte del Gobierno Municipal de Huejotzingo (s.f.) para potencializar la producción de tejocote, frutos rojos y maíz.

#### 3.1.5.1.2. Minicaso 2. Hueyotlipan, Tlaxcala

Corresponde a Victoria C., estudiante del doctorado de Biotecnología por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y cuyo director de tesis es el doctor Luis Daniel Ortega. Cuenta con estudios de ingeniería en agrotecnología y una maestría en Ciencias Biológicas, por lo que su interés por la investigación la ha llevado a desarrollar proyectos relacionados con hongos patógenos que afectan a las plantas. Actualmente desarrolla cultivos de fresa, aunque en Tlaxcala no es común cultivarlas, por lo que busca adaptar este tipo de frutilla a zonas más frías, donde se acostumbra generalmente cultivar semillas y granos.

El caso de Victoria se ubica en Hueyotlipan, el cual forma parte de los 60 municipios que conforman al estado de Tlaxcala, y está integrado por 11 comunidades, como puede observarse en la Figura 21. En 2020 la distribución de la población se establecía de la siguiente manera: un 50 por ciento era menor de 19 años, un 44.5 por ciento tenía entre 20 y 64 años y un 5.8 por ciento tenía más de 64 años. En general el municipio cuenta con una población de 15, 190 habitantes de los que 7,426 son hombres y 7,764 son mujeres (OFICILIA MAYOR DE GOBIERNO, 2022).

Figura 21

*Mapa del municipio de Hueyotlipan*



Nota: Adaptado de Hueyotlipan [Fotografía], por Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, s.f.,

(<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios/29014a.html>)

En cuanto a la educación, el municipio cuenta con 37 escuelas con niveles de preescolar hasta educación superior, con un total de 3,891 alumnos y alumnas matriculados. Así mismo, 2,667 personas representan a la población económicamente activa, lo que se constituye como el 24.1 por ciento del total.

Por otra parte, el 41.4 por ciento de la población es económicamente inactiva y 2,580 personas forman parte de la población ocupada. De esta última cifra, el 60.5 por ciento se dedica al sector agropecuario, el 19.3 por ciento al sector industrial y el 18.1 al sector terciario (OFICILIA MAYOR DE GOBIERNO, 2022). Sobre las condiciones agrícolas de Hueyotlipan, Calderón (2006) indica que, en su mayoría, las tierras presentan bajo humus, lo que genera una productividad reducida.

### 3.1.5.1.2.1 Contexto agrícola de Hueyotlipan

En 2020 el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) indicó que el valor de la producción agrícola de Hueyotlipan fue de 102,319, 406 millones de pesos. La superficie sembrada fue de 10,793 hectáreas, mientras la cosechada fue de 10,788 hectáreas. Durante en ciclo agrícola Otoño- Invierno de 2020 se cultivaron en la modalidad de riego los siguientes productos agrícolas: avena forrajera en verde, lechuga , maíz forrajero en verde, maíz de grano, tomate verde. La Tabla 21 indica la superficie sembrada y cosechada y el volumen de producción de cada producto.

Tabla 21

#### *Reporte agrícola de Hueyotlipan durante el Ciclo Otoño-Invierno 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas )
Avena forrajera en verde	8	8	240.8
Lechuga	1	1	28.9
Maíz forrajero en verde	8	8	281.6
Maíz grano	475	475	1377.5
Tomate verde	13	13	179.4

Nota: los productos cosechados corresponden a los sistemas de riego (SIAP, 2020).

En lo relacionado a los sistemas de riego, el maíz de grano tuvo el mayor volumen de producción con 1,377.5 toneladas, mientras el maíz forrajero verde fue el segundo con mayor volumen al alcanzar las 281.6 toneladas, en tercer lugar quedó la avena forrajera verde con 240.8 toneladas.

Para el ciclo Primavera- Verano, los productos cultivados en el sistema de temporal fueron la avena forrajera verde, avena grano, cebada grano, frijol, maíz forrajero en verde, maíz grano, papa, tomate verde y trigo grano, tal y como puede observarse en la Tabla 22.

Tabla 22

*Reporte agrícola de Hueyotlipan durante el Ciclo Otoño-Invierno 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas )
Avena forrajera en verde	940	940	17484
Avena grano	95	95	256.5
Cebada grano	2200	2200	5500
Frijol	75	75	93.75
Maíz forrajero en verde	32	32	979.2
Maíz grano	3960	3960	8712
Papa	58	58	1061.4
Tomate verde	2	2	26
Trigo grano	2870	2870	7347.2

Nota: los productos cosechados corresponden a los sistemas de temporal (SIAP, 2020).

Finalmente, en el caso de los productos perennes se cultivó la alfalfa verde, manzana y maguey pulquero, como puede visualizarse en la Tabla 23.

Tabla 23.

*Reporte agrícola de Hueyotlipan durante el Ciclo Otoño-Invierno 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas )	Modalidad de cultivo
Alfalfa verde	28	28	2276.4	Riego
Manzana	5	5	54.55	Temporal
Maguey pulquero	23	18	1256.4	Temporal

Nota: la tabla corresponde a un periodo vegetativo mayor a 12 meses (SIAP, 2020)

De esta forma, el SIAP (2020) reporta que en los productos perennes la alfalfa verde es la que cuenta con mayor volumen de producción, al alcanzar las 2, 276.4 toneladas, alcanzando el segundo lugar el maguey pulquero con 1,256.4 toneladas.

En cuanto al uso de fertilizantes, en específico los que son a base de urea, Tlaxcala enfrenta una problemática de costos por parte de los agricultores, quienes en 2022 no tienen

la posibilidad de solventarlos, por lo que han utilizado productos más económicos, pero con un efecto que reducirá el rendimiento de maíz hasta en un 50 por ciento.

De ahí que Organizaciones como el Movimiento Social por la Tierra, hayan manifestado que no están dispuestos a aplicar foliares orgánicos en las plantas, debido a que decrementa cinco veces más la producción de productos como el maíz, sobre todo porque las tierras no están acondicionadas para recibir nuevos componentes. Una de las causas que ha orillado a los agricultores a obtener sustancias más baratas es la guerra entre Rusia y Ucrania, situación que ha generado un desabasto de fertilizantes químicos (Degante, 2022).

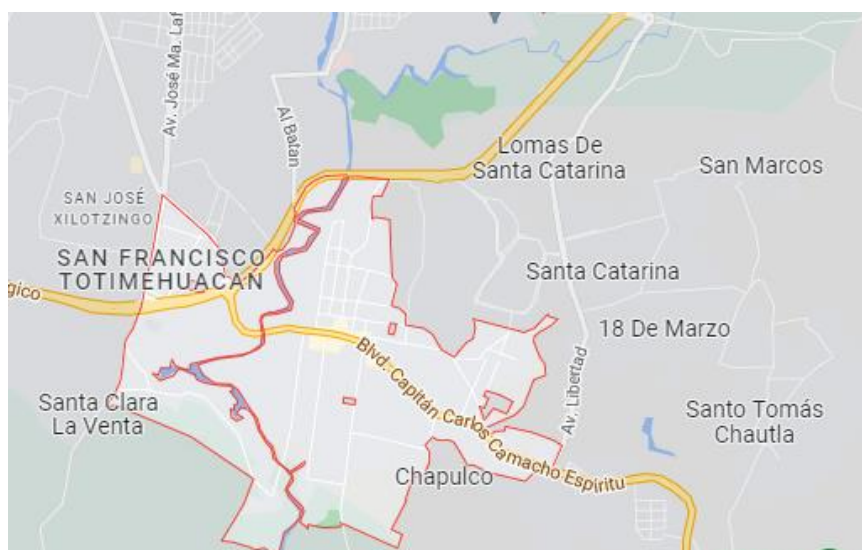
#### 3.1.5.1.3. Minicaso 3. San Francisco Totimehuacan, Puebla.

Este caso corresponde a Erick O., quien es graduado de la maestría en opinión pública y marketing político de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Durante más de seis años se ha dedicado al cultivo de fresas de forma agroecológica; es decir, a través de un proceso sustentable que permite generar productos orgánicos, sin ocasionar daños a los suelos. Por esta razón, se ha vinculado con el doctor Luis Daniel Ortega, quien es su hermano. El principal motivo de esta relación ha surgido por el interés de generar mayor rendimiento de los cultivos y potenciar las ventas en mercados que buscan productos orgánicos.

El caso de Erick corresponde a la Junta Auxiliar de San Francisco Totimehuacan, la cual forma parte del municipio de Puebla, el cual está dividido por 17 juntas auxiliares que dependen directamente del Ayuntamiento. Se ubica a 10 kilómetros aproximadamente del sur de la ciudad de Puebla, tal y como puede observarse en la Figura 22.

Figura 22

*Mapa de la junta auxiliar San Francisco Totimehuacan*



Nota: Adaptado de San Francisco Totimehuacan [Fotografía], por Maps, s.f.,

<https://www.google.com.mx/maps/place/San+Francisco+Totimehuacan,+Puebla,+Pue./@18.9779531,98.1885034,12.45z/data=!4m5!3m4!1s0x85cfbf18a70c6a1b:0x4739e3e3aeb97e87!8m2!3d18.9736798!4d-98.1966943>)

Su población total es de 269, 686 personas, cifra que la ubica en segundo lugar de tamaño de población, después de San Baltazar Campeche, que cuenta con 356, 237 habitantes (Puebla, s.f.). En términos de pobreza, San Francisco Totimehuacan es una de las juntas auxiliares periféricas a la capital poblana donde el 50 por ciento de la población vive en pobreza, además es una de las juntas auxiliares en las que existen mayores deficiencias en cuanto al mantenimiento de las vialidades, al contar con una carencia del 40.8 por ciento de recubrimiento en las calles y avenidas. De hecho, la localidad de San José Xacxamayo es la tercera a nivel municipal que está aislada por presentar problemas en la pavimentación de carreteras (Puebla, s.f.).

La urbanización ha sido un factor que ha generado que más del 90 por ciento de la producción agrícola se pierda, ya que en lugar de tierras de cultivo se ha privilegiado la construcción de conjuntos habitacionales y fábricas textiles. En consecuencia, sólo existen 200 hectáreas dedicadas a cultivos, aunque actualmente menos del 10 por ciento son sembradas. Esto ha sido por la falta de agua para poder sembrar, ya que en la década de 1960 la junta auxiliar poseía una riqueza en las cosechas de frijol, haba, chícharo, papa y maíz (Olano, 2020).

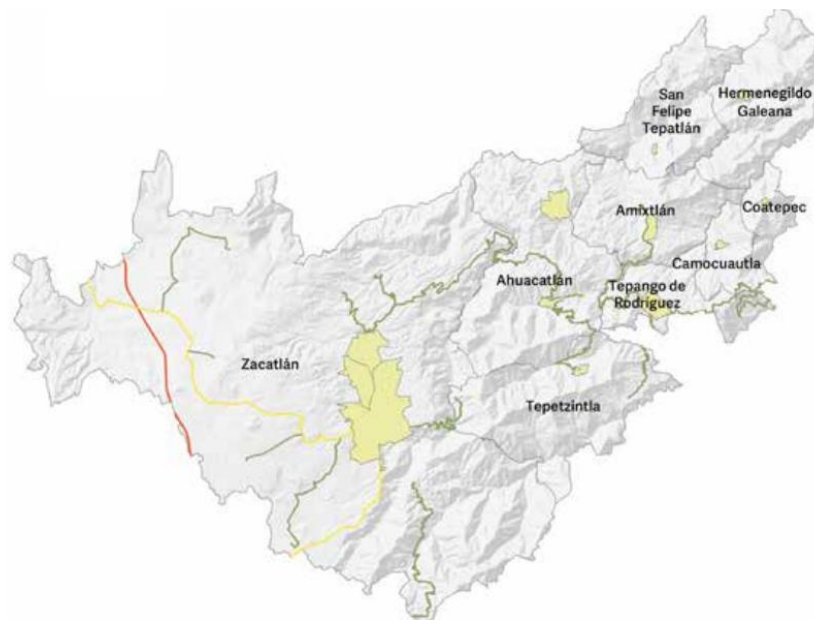
#### 3.1.5.1.4. Minicaso 4. Zacatlán, Puebla.

Corresponde a Julia O., quien alterna su trabajo en la administración pública con el cultivo de fresas. Su interés por incursionar en la agricultura proviene de su abuelo, ya que desde su niñez le brindó conocimientos de cultivo y tratamiento de la tierra. Después de varios años trabajando en el municipio de Zacatlán, pudo acceder a un fondo económico para el campo, por lo que decidió acercarse al doctor Luis Daniel Ortega. Bajo la dirección del catedrático construyó un invernadero para generar cultivos protegidos. En principio inició con el cultivo de la flor, en específico el crisantemo; sin embargo, no dio los resultados esperados y por tanto decidió iniciar con los cultivos de fresa. Por su trabajo en la administración pública cuenta con una persona de apoyo, quien no terminó la primaria y trabaja en el campo para mantener a su familia.

El caso de Julia está ubicado en Zacatlán, Puebla, municipio ubicado a 1 hora 40 minutos y 124 kilómetros de distancia de la capital del Estado. Junto con Chignahuapan y Huauchinango es parte del corredor “las tres regiones”, como puede apreciarse en la Figura 23, el cual se constituye como una franja significativa para actividades económicas, productivas, así como de negocios turísticos y de movilidad de los habitantes (Zacatlán Gobierno Municipal, 2021).

Figura 23

*Mapa de localización de Zacatlán, Puebla*



Nota: Adaptado de Región 3 Zacatlán [Fotografía], por Gobierno del Estado de Puebla, s.f., ([https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0\\_ProRegionales%2003%20Zacatlan.pdf](https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2003%20Zacatlan.pdf))

No es de extrañar que este caso esté representado por una mujer, ya que Zacatlán es un municipio que cuenta el 28 por ciento de participación económica femenina y con 8.1 años de escolaridad promedio, datos que representan el porcentaje y promedio más altos a nivel estatal, respectivamente (Gobierno del Estado de Puebla, 2019).

Zacatlán cuenta con 87 mil 361 habitantes (INEGI, 2019). El 15.89 por ciento de la población tiene una edad entre 20 y 29 años, en tanto el 14.09 por ciento se encuentra en un rango de edad entre los 30 y 39 años, y el 20.22 por ciento está ubicado en el rango entre 40 y 59 años. Estos datos indican que la población joven representa un peso importante para el desarrollo y progreso del municipio.

Destaca que la población urbana del municipio corresponde al 58 por ciento (50 mil 644 habitantes) y la población rural el 42 por ciento (36 mil 717 habitantes). El 54.9 por ciento

de la población se ubica en tres localidades: la cabecera municipal, Zacatlán, ciento, y las poblaciones de Jicolapa y Atzingo. El 45 por ciento restante de la población está ubicado en localidades entre mil y dos mil habitantes o incluso en poblaciones entre 100 y mil habitantes. Esta distribución espacial refiere que existe una alta dispersión de la población en una gran cantidad de pequeñas localidades (Zacatlán Gobierno Municipal, 2021).

Respecto a la actividad económica, el municipio está concentrado en dos macro sectores: secundario con 923 empresas y terciario con 4 mil 602. El personal ocupado en el sector secundario es de 8 mil 811 personas y el terciario es de 13 mil 381 (INEGI, 2019). De esta forma, el sector secundario es el principal generador de empleos remunerados (7 mil 499) y de mayor derrama salarial (512 millones). Dentro de este último sector, el turismo es la actividad con mayor dinamismo en el municipio, ya que cuenta con la categoría de Pueblo Mágico.

Por otra parte, los sectores que concentran más unidades económicas son el Comercio al por menor por con 1775 unidades, siendo las empresas que operan en el sector turístico las que brindan empleo a mil 963 personas; y el sector de Industrias Manufactureras con 565 unidades (INEGI, 2019). Sobre los niveles de educación, la población entre 18 a 24 años que asiste a la escuela creció en un 1.8 por ciento, específicamente los que estudian una formación técnica y universitaria. Así los grados promedios de escolaridad en la cabecera oscilan entre los 10.4 (mujeres) y 10.6 (hombres) años cursados desde primaria.

Sobre las personas en situación de pobreza, el 28 por ciento (48 mil 525 habitantes) de la población se encuentra en una situación de pobreza moderada, en tanto el 9.33 por ciento (7 mil 905 habitantes) se encuentra en pobreza extrema; es decir, personas que no cubren lo necesario para su alimentación. Igualmente, el 23.59 por ciento (19 mil 981 habitantes) es

vulnerable por carencia social y 3.65 por ciento (3 mil 80 habitantes) es vulnerable por ingreso.

#### 3.1.5.1.2.1 Contexto agrícola de Zacatlán

El valor de la producción agrícola y pecuaria en 2020 alcanzó 356.6 millones de pesos. La superficie sembrada fue de 13 mil 927 hectáreas, mientras que la sembrada correspondió a 13mil 419 hectáreas (SIAP, 2020). Durante el periodo Otoño-Invierno 2020 se cultivó en el sistema de riego, productos como el ajo y papa; en el sistema de temporal se cultivaron avena forrajera en verde y papa. La Tabla 24 indica la superficie sembrada y cosechada y el volumen de producción de cada producto.

Tabla 24

#### *Reporte agrícola de Zacatlán durante el ciclo Otoño-Invierno 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas )
Ajo	40	40	337.2
Papa	12	12	106.44
Ajo	40.66	40.66	289.91
Avena forrajera en verde	62.7	62.7	919.18

Nota: los cultivos corresponden a los sistemas de riego y temporal (SIAP, 2020)

El SIAP (2020) reporta que la principal cadena productiva del municipio es el maíz con un valor de 47.4 millones de pesos, seguido de la manzana con 35.1 millones y del porcino carne con 31. 7 millones. En este sentido, la producción y el valor de producción han sido favorables debido a la demanda local y las condiciones del mercado nacional.

Para el periodo Primavera-Verano, bajo el sistema de riego se cultivó avena forrajera en verde, fresa, maíz de grano, papa y tomate rojo. En el sistema de temporal se cultivó avena grano, cebada grano, chile verde, frijol, maíz grano, papa y trigo grano. La superficie sembrada, cosechada y el volumen de producción puede visualizarse en la Tabla 25.

Tabla 25

*Reporte agrícola de Zacatlán durante el ciclo Primavera-Verano 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)
Avena forrajera en verde	33.2	33.2	428.61
Fresa	2.57	2.57	50.91
Maíz grano	208.7	208.7	688.71
Papa	14.36	14.36	196.44
Tomate rojo (jitomate)	8.05	8.05	1595.03
Avena forrajera en verde	147	147	1868.37
Avena grano	53.1	53.1	93.46
Cebada grano	1289	1289	3557.64
Chile verde	14.95	14.95	81.48
Frijol	146.6	146.6	117.39
Maíz grano	8960.4	8960.4	10359.91

Nota: algunos productos varían al ciclo Otoño-Invierno 2020 (SIAP, 2020).

En cuanto a los cultivos perennes, los productos sembrados y cosechados en 2020 en los sistemas de riego fueron la alfalfa verde y la rosa; y con relación al sistema de temporal se produjo aguacate, café cereza, durazno, manzana, pera, maguey pulquero y árbol de navidad, tal y como puede observarse en la Tabla 26

Los datos indican que la manzana fue el producto agrícola que obtuvo mayor volumen de producción en 2020, con un total de 7886 toneladas, seguido de la alfalfa verde con 5316 toneladas, mientras el tercer lugar es el maguey pulquero con 1601 toneladas. Sin embargo, en valor de producción agrícola (Gobierno del Estado de Puebla, 2019) el maíz se consolida como el número uno al concentrar 68.44 millones de pesos en tanto el café cereza es el segundo con un total de 48.68 millones de pesos y finalmente la manzana con 38.12 millones de pesos.

Tabla 26

*Reporte agrícola de cultivos perennes en 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)
Alfalfa verde	60.4	60.4	5316.41
Rosa	9	7	15435
Aguacate	58	35	169
Café cereza	182.1	163	334.15
Durazno	117	103	434.05
Manzana	1897	1711	7886.14
Pera	186.5	174.5	729.41
Maguey pulquero	317	74	1601.36
Árbol de navidad	12	3	1509.99

Nota: la tabla corresponde a un periodo vegetativo mayor a 12 meses (SIAP, 2020)

De esta forma, el informe Desarrollo Regional Estratégico. Región 3-Zacatlán (Gobierno del Estado de Puebla, 2019) refiere que el municipio aporta el 1.33 por ciento al valor agrícola de la Producción Estatal al conglomerar 250.50 millones de pesos en una superficie sembrada de 23,094.68 hectáreas.

La visión del gobierno municipal de Zacatlán (Gobierno del Estado de Puebla, 2019) contempla una estrategia que promueva una transición hacia el desarrollo rural sostenible a través de la capitalización del campo. Para esto se identifican líneas de acción como la educación financiera, el fortalecimiento de mecanismos que permitan acceder al financiamiento y mejoramiento de esquemas para la protección y disminución de riesgos. Igualmente, se contempla como parte del cuidado ambiental y atención al cambio climático, líneas enfocadas a potenciar el empleo de tecnologías para la adaptación de las especies forestales y agrícolas al cambio climático.

En cuanto al uso de fertilizantes en 2019, la presidencia municipal invirtió 1,200,000 pesos para entregar 169 toneladas de fertilizantes a 430 productores de 47 comunidades, la

intención fue apoyar el trabajo de los agricultores para incrementar el rendimiento y calidad de productos como el maíz, manzana, aguacate, café y blueberry (Redacción Intolerancia, 2019). No obstante, para 2021, el Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Zacatlán, en su Eje 2, denominado Desarrollo rural, económico y empleo, ya propone la realización de innovaciones tecnológicas con enfoque sustentable mediante la vinculación de instituciones públicas y privadas, y el impulso a la restauración y conservación de suelos. Lo que indica que a nivel gubernamental se promueve la disminución de fertilizantes químicos o plaguicidas.

Hasta este punto se han descrito los mini casos correspondientes al Caso 1 de la presente investigación, en el siguiente apartado se describirán los mini casos que integran el Caso 2.

3.1.5.2 Caso 2: agricultores que no han tenido ningún tipo de vinculación con investigadores, científicos o instituciones de educación superior

Este caso está integrado por los mini casos correspondientes a agricultores procedentes de Amilzingo y Yautepec, Morelos y Atlixco, Puebla. Como se ha mencionado anteriormente, estos agricultores no han tenido ningún tipo de vinculación con instituciones educativas o investigadores en el área de biotecnología, aunque sí han buscado implementar tecnologías sustentables, tales como abonos orgánicos en su mayoría. Además, han tenido experiencias con ingenieros agrónomos, representantes de ventas de fertilizantes químicos.

3.1.5.2.1. Mini caso 5. Atlixco Puebla

Este caso corresponde a Blanca M. y Benjamín G., productores de Aguacate Haaz con 25 y 30 años de edad respectivamente, quienes han buscado certificaciones de inocuidad para poder exportar sus productos al mercado estadounidense. También lo integran Manuel S., Fabián G., Pedro, Z. y Mariano S., productores de flores en la región de Atlixco por más

de 10 años y quienes en su mayoría poseen sus propias tierras de cultivo e invernadero para venta. Sus edades oscilan entre los 40 y 65 años.

Todos los agricultores han vivido en Atlixco desde su infancia y han continuado la tradición del cultivo como parte de una herencia familiar que proviene de abuelos y bisabuelos. Y es que Atlixco es una de las regiones del estado de Puebla con mayores oportunidades para el sector agrícola, ya que su clima y templado generan condiciones climatológicas propias para la agricultura (SIAP, 2017).

Este municipio se localiza a 25 kilómetros de la capital poblana y está integrado por 24 municipios. La cabecera municipal ocupa la cuarta posición en importancia dentro del Estado de Puebla, sólo por detrás de Puebla, Tehuacán y San Martín Texmelucan (Atlixco, s.f.). Así mismo, es el quinto municipio más poblado de la entidad poblana al tener una población de 141, 793 personas en total (Gobierno de Puebla, s.f.) lo que representa aproximadamente el 2 por ciento de habitantes del Estado. Sobre la distribución de los grupos de edad, el conformado por la población de 20 a 59 años representa el 50.21 por ciento del total de habitantes, por lo que es posible afirmar que el municipio es joven y en edad económicamente activa. Aunque el grupo de 60 años también es importante de considerar, ya que comprende al 11.97 por ciento de la población (Atlixco, s.f.).

En Atlixco existen 133 localidades prominentemente rurales, pero destaca que sólo el 30.87 por ciento de la población se ubica en ellas, ya que siete de cada 10 personas viven en zonas urbanas, y sólo 3 se ubica en zonas rurales. Estas cifras están altamente relacionadas con el tipo de ocupaciones de la población, ya que el 24.30 por ciento está ubicada en el sector primario, el 17.64 por ciento en el secundario, el 20.45 por ciento en el comercio, 37.27 por ciento en servicios y un 0.33 por ciento no está especificado. Así el comercio y

el servicio turístico destacan como los ejes económicos y sociales más importantes

(Gobierno de Puebla, s.f.)

En cuanto a la pobreza y grado de marginación, el Plan Municipal de Desarrollo de Atlixco 2021-2024 (Gobierno de Puebla, s.f.) indica que en el primer caso la pobreza incrementó un 5.3 por ciento de 2010 a 2020, mientras la pobreza extrema creció de 2015 a 2020 en un 0.06 por ciento. Es importante subrayar que el índice de rezago social en este municipio en términos históricos ha mantenido una tendencia baja.

Sobre el grado de marginación, considerado como una medición de la intensidad de privaciones que vive la población, el documento antes mencionado refiere que es muy bajo. No obstante, los índices de rezago social y marginación distinguen en el municipio tres tipos de rezago: prioridad máxima, media y baja. Siendo 33 localidades las que se ubican en una prioridad media con un 17 por ciento de la población, y 66 localidades las que están definidas en una prioridad baja con un 81 por ciento.

#### 3.1.5.2.1.1 Contexto agrícola de Atlixco

Atlixco es un municipio exportador de una diversidad de productos agrícolas, entre los que destacan los tomates frescos, plantas, pimienta, semillas y frutos de las especies empleadas para perfumes, medicina, insecticidas, parasiticidas, alcanzando ventas de 24.8 millones de dólares en 2020. Esta situación ha favorecido que una de las ocupaciones con mayor número de trabajadores en el cuarto trimestre de 2021 fuera la de trabajadores de apoyo en actividades agrícolas (DataMÉXICO, s.f.)

En 2020 el valor de la producción agropecuaria correspondió a 600,716, 896 millones de pesos distribuidos entre los distintos tipos de cultivos, destacando en niveles de producción la gladiola gruesa, cebolla, calabacita, flor de nochebuena, tomate rojo, rosa gruesa, maíz de grano, alfalfa, tomate verde, crisantemo, huazontle y flor de zempoalxochitl (Gobierno

de Puebla, s.f.). Así mismo, existen productos como el aguacate, la guayaba, el limón, la uva, los nopalitos, el sorgo, la avena, el amaranto y flor de terciopelo que también son productos agrícolas de Atlixco, pero con menores niveles de producción a los mencionados (SIAP, 2020).

En el ciclo otoño invierno, bajo la modalidad de riego, el SIAP (2020) reporta que los productos cultivados alcanzaron un valor de producción de 108,954,933 millones de pesos, tal y como puede observarse en la Tabla 27.

Tabla 27

*Reporte agrícola de Atlixco durante el ciclo Otoño-Invierno 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción	Valor de producción
Calabacita	526.7	526.7	11212.65	498,099,333.4
Cebolla	415	415	8818.75	531,987,566.6
Frijol	33.1	33.1	55.28	607,527.2
Huauzontle	65	65	880.1	267,511,676.6
Maíz forrajero en verde	36	36	918.72	624,729.6
Maíz grano	57	57	241.11	880,051.5
Pepino	18.8	18.8	430.52	115,8878.04
Tomate verde	295	295	3681.6	128,11968
Zanahoria	66	66	1096.92	184,2825.6
Gladiola	356.7	356.7	363455.9	769,39979.5

Nota: los productos corresponden a la modalidad de sistemas riego (SIAP, 2020)

En tanto, durante el periodo Primavera-Verano (SIAP, 2020) los productos agrícolas en la modalidad de riego tuvieron un valor de producción de 305, 670,088 millones de pesos. Entre los productos que poseen los tres primeros lugares en cuanto al valor de producción se encuentran la flor de nochebuena con 661,534,74 pesos; el tomate rojo con 546,593,64 pesos; y la cebolla con 289, 395, 48 pesos, tal y como puede apreciarse en la Tabla 28.

Tabla 28

*Reporte agrícola de Atlixco durante el periodo Primavera-Verano 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)	Valor de producción (miles de pesos)
Calabacita	239	239	5700.15	25611173
Cebolla	238	238	3598.56	28039547.7
Chile verde	5.5	5.5	53.68	437492
Coliflor	23.5	23.5	548.02	2181037.4
Frijol	181.5	181.5	289.94	3021295.08
Huauzontle	243	243	3008.34	7796594.44
Lechuga	34.2	34.2	395.14	1620310.35
Maíz forrajero en verde	149	149	4432.75	3335910.34
Maíz grano	350	350	1386	5777610.3
Pepino	11.5	11.5	237.71	1116999.29
Tomate rojo (jitomate)	56	56	6811.28	54659364.1
Tomate verde	82	82	1121.76	7336837.63
Zanahoria	11	11	178.97	1148987.4
Crisantemo	28.5	28.5	95779.95	20035249.9
Gladiola	215	215	325894.85	74017238.3
Terciopelo	94	75	127100.25	3380866.65
Nochebuena	51.1	51.1	2168969.65	66153574.3

Nota: los productos corresponden a los sistemas de riego (SIAP, 2020).

Sobre los productos bajo el sistema de temporal en el periodo Primavera-Verano, el valor de producción fue de 456,565,67 pesos, destacando que la cebolla fue la que brindó un mayor valor sobre 10 productos agrícolas al alcanzar los 398,557,3 pesos. Tal como puede apreciarse en la Tabla 29.

Tabla 29

*Producción agrícola de Atlixco en la modalidad de temporal 2020*

Nombre del cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)	Valor de producción (miles de pesos)
Amaranto	51.8	51.8	56.98	282563.82
Avena forrajera en verde	30	30	543	239169.78
Calabacita	27	27	429.84	1779537.6
Cebolla	42	42	518.28	3985573.2
Frijol	229	229	230.71	2625985.2
Huauzontle	20.5	20.5	184.3	212866.5
Maíz forrajero en verde	41.7	41.7	447.86	328657.58
Maíz grano	4310.7	4310.7	5795.58	24181651.9
Sorgo grano	125	125	502.5	2064224.78
Tomate verde	41.5	41.5	244.02	1114700.44
Zempoalxochitl	331	311	3579.61	8841636.7

Nota: los productos corresponden al periodo Primavera-Verano (SIAP, 2020).

Respecto a los sistemas perennes el SIAP (2020) reporta que el valor de producción correspondió a 844,799, 58 pesos, como puede apreciarse en la Tabla 30. La rosa y la alfalfa verde son los productos con mayor volumen de producción al alcanzar 928, 77.08 y 72,303.21 toneladas en el año 2020, respectivamente. Esto indica que el cultivo de la flor en Atlixco representa una importante actividad económica y que lo ubica entre los municipios más importantes en la producción de rosas al lado de San Salvador El Verde, San Martín Texmelucan, Huaquechula, Zacatlán, entre otros (Aguilar, 2022).

Sobre el uso de fertilizantes químicos, en febrero de 2022 el Gobierno del Estado de Puebla entregó 98.5 toneladas de fertilizantes a cerca de 400 productores de aguacate, maíz, hortalizas y plantas ornamentales como parte de los programas sociales que apoya la Secretaría Rural a nivel Federal (Canal, 80, 2022).

Tabla 30

*Reporte agrícola de Atlixco en sistemas perennes en 2020*

Tipo de cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)	Superficie cosechada (hectáreas)	Volumen de producción (toneladas)	Valor de producción (miles de pesos)	Modalidad de cultivo
Aguacate	155	127	1072.21	4730976.27	Riego
Alfalfa verde	903	903	72303.21	30556782.6	Riego
Guayaba	7	6	66.54	266589.85	Riego
Limón	5.5	4.5	57.6	326558.02	Riego
Nopalitos	20	20	954	3243580.92	Riego
Uva	2	1	5.62	63393.6	Riego
Rosa	69	69	92877.08	44301151.8	Riego
Aguacate	7	7	48.58	186297.5	Temporal
Nopalitos	3	3	269.01	804627.74	Temporal

Nota: la tabla corresponde a un periodo vegetativo mayor a 12 meses (SIAP, 2020)

3.1.5.2.2. Mini caso 6. Morelos, México

Este caso corresponde a Ofelio C., José Luis, M., Abel, O., Isidro, P., Mario T., Senobio B., Juventino, P. y Carlos, C., quienes cultivan desde hace más de 30 años caña de azúcar, limón, sorgo y maíz en los municipios de Amilzingo, Tepoztlán y Yauatepec en el estado de Morelos. Su principal actividad económica es la agricultura de riego y temporal. Todos comparten la falta de tecnificación de sus cultivos; es decir, carecen de “maquinaria especializada para sus actividades, o de contar con ella, ésta se encuentra en mal estado por el paso del tiempo” (Martín del Campo, 2020, p.6)

El estado de Morelos limita con la Ciudad de México, tal y como puede observarse en la Figura 22, y cuenta con una extensión de 4, 960 kilómetros cuadrados, siendo Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec, Ocotepec, Yauatepec, Oaxtepec, Cocoyoc, Cuautla y Ayala las ciudades con mayor población, al concentrar al 60 por ciento del total estatal (Guzmán-Gómez y León-López, 2012)

## Figura 24

### *Mapa del Estado de Morelos*

Es importante remarcar que, de la población empleada en Morelos, el 7.9 por ciento está dedicado al sector primario, y de este porcentaje, el 89.5 por ciento está en el sector agrícola, lo que corresponde a 55, 636 personas; en tanto el 9.2 por ciento está laborando en el sector pecuario y un 1.2 por ciento en el pesquero (Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural, 2022).

Los cultivos destacados por volumen de producción en Morelos son el sorgo grano y la caña de azúcar, y aunque históricamente el maíz representaba el cultivo más importante, en el año 2000 el sorgo lo desplaza a causa de un decremento en el rendimiento de la tierra de temporal, así como por el incremento de las importaciones del maíz. Por otra parte, el sorgo brinda mayores oportunidades para que los agricultores accedan a un financiamiento, ya que el proceso de comercialización es más controlable para las instituciones de crédito (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, s.f.).

Otros cultivos que son importantes para la la producción agrícola de Morelos son el peino, jitomate y tomate que se concentra en los Altos, mientras en el Sur se cultiva okra o angú. Por otra parte, la cebolla, calabacita y ejote se cultivan en el Oriente; y la caña de azúcar en casi todas las entidades el Estado (Sánchez y Saldaña, 2019).

Guzmán-Gómez y León-López (2014) manifiestan que el estado de Morelos ha vivido una serie de conflictos entre el ámbito urbano y rural, ya que ha existido un crecimiento caótico que ha generado que los procesos urbanos interfieran en las actividades de los productores agrícolas de Morelos. No obstante, la actividad agrícola continua, sobre todo en el ciclo de temporal, el cual se manifiesta en el ciclo primavera-verano con bastantes

precipitaciones. De esta forma, los pequeños productores están enfocados a distintos tipos de cultivo, como es el de temporal, autoconsumo, riego, fines comerciales, ciclo primavera y de invierno.

Así mismo, en el estado existen 205, 592 hectáreas parceladas, las cuales están bajo el régimen de tenencia de propiedad social, en el que, a su vez, se encuentran 222 ejidos que se usan predominantemente para la actividad agrícola. El promedio de la extensión de la parcela de propiedad social es de 2.6 hectáreas, lo cual a nivel nacional representa una de las cifras más pequeñas. De igual forma, las parcelas disponibles están bajo la denominación de minifundio y en su mayoría son de temporal; es decir, más de 90, 000 hectáreas y 147 ejidos. En este sentido, la producción está distribuida en varias unidades, sobre todo de tipo familiar, en la que los jóvenes participan, pero no permanecen bastante tiempo, ya que migran a Estados Unidos. Aunque es preciso mencionar que 168 comunidades sí registran la presencia de jóvenes que se integran a las actividades locales, mayoritariamente de índole agropecuaria (Guzmán-Gómez y León-López, 2014).

En su estudio sobre la ruralidad campesina en Morelos, Guzmán-Gómez y León-López (2014) indican que en el Estado la vida rural si bien está compuesta por actividades agrícolas, éstas no son suficientes para satisfacer las necesidades familiares, por lo que los agricultores se vinculan al mercado a través de otras actividades, que les permitan obtener más ingresos monetarios. Y es que las condiciones de producción se generan en pequeñas parcelas, bajos niveles de tecnología y poca capacidad de inversión de capital, lo que ha llevado a la conformación de un modelo de especialización diversificada y otro de diversidad a pequeña escala.

El primer modelo se caracteriza por la combinación de cultivos y actividades productivas que significan bajo riesgo; por ejemplo, sembrar pepino para pagar los agroquímicos del

jitomate, y posteriormente aprovechar las ganancias del jitomate para la cosecha y venta del maíz. En tanto, el segundo modelo se lleva a cabo en pequeñas parcelas, en las cuales los agricultores durante los ciclos de temporal cambian el tipo de cultivo. Con esto es posible generar algunas ganancias, suficientes para movilizar el dinero y cubrir los “gastos de la casa o próximos cultivos” (Guzmán-Gómez y León-López , 2014, p. 190).

### 3.1.6 Consideraciones sobre los casos expuestos

Cada caso presentado brinda un panorama del contexto agrícola, económico y social de los agricultores que se entrevistaron para este proyecto. Si bien, la agricultura se considera una actividad importante para el estado y el país, es necesario tomar en cuenta lo que Soriano- Hernández y Hernández-Romero (2017) refieren sobre el cambio que existe en los entornos rurales para resolver las necesidades de subsistencia.

En la mayoría de los casos, el contexto económico subraya que las principales actividades están orientadas a los sectores de servicios o cadenas productivas y esta situación ha impactado a los agricultores y familiares rurales ya que existe un “aumento de los ingresos vinculados al autoempleo y un sostenido crecimiento en la importancia de las ocupaciones no agrícolas” (Soriano- Hernández y Hernández-Romero, 2017, p. 979).

Además, el empleo de fertilizantes químicos está motivado por los programas y estímulos que brinda el gobierno. Y aunque existen estrategias que buscan fomentar la sustentabilidad en el campo, las acciones emprendidas no son suficientes para contrarrestar el uso de los fertilizantes.

De esta forma, en el siguiente capítulo se establece la estrategia de análisis e interpretación de los datos cualitativos derivados de las entrevistas a profundidad realizadas a los integrantes de los casos expuestos.

## Capítulo 4

### Resultados y Análisis

Para realizar el análisis de casos se parte de la información obtenida en las entrevistas a profundidad con los agricultores y su vinculación con informes y reportes gubernamentales, así como las entrevistas con los informantes clave.

En el análisis se emplean los métodos de “interpretación directa de los ejemplos individuales y la suma de ejemplos hasta que se pueda decir algo sobre ellos como conjunto o clase” (Stake, 2010, p.69). Por tanto, existe un énfasis en la interpretación que realiza el investigador, quien recoge con objetividad lo que sucede, examina los significados de los acontecimientos y reorienta las observaciones para precisar o permitir que los significados sean más sustanciales.

En esta investigación se determinan dos tipos de análisis: análisis de casos individuales y análisis de casos cruzados. A continuación, se abordará a detalle la explicación del análisis de casos individuales y se analizarán los casos 1 y 2. Posteriormente se describirá el análisis de caso cruzado y se analizará la relación entre los casos 1 y 2.

#### 4.1 Estrategia de Análisis

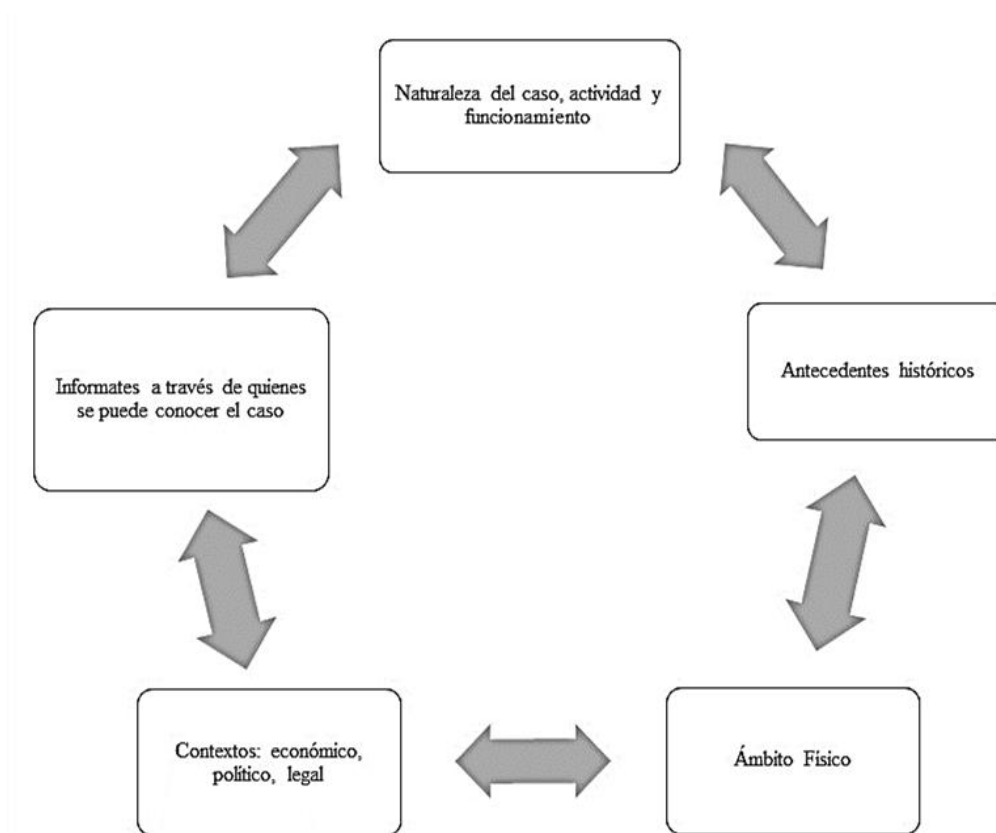
##### 4.1.1 Análisis de casos individuales

El análisis para los estudios de caso 1 y 2 se realiza de manera independiente. En cada uno se toman en cuenta los seis ítems que propone Stake (2013) para explorar y definir la particularidad del caso. La Figura 25 muestra los ítems, como los nombra el autor, que permiten al investigador profundizar en los significados y encontrar relaciones entre sí (contextos y experiencias) a través de un trabajo reflexivo (Stake, 2013), ya que con esto se cumple lo referente a la “interpretación directa de los ejemplos individuales” (p.69).

De esta forma, en la investigación con estudios de caso se brinda especial importancia a la descripción de los elementos a los que prestan atención los lectores, como es el caso de lugares, acontecimientos y las personas. Por tanto, el constructivismo es esencial para que el investigador no sólo descubra una realidad, sino construya una realidad más clara y sólida, a la vez de justificar la existencia de descripciones narrativas (Stake, 2010).

Figura 25

*Items que permiten explorar la particularidad de cada caso*



Nota: Elaboración propia con información de Stake (2013).

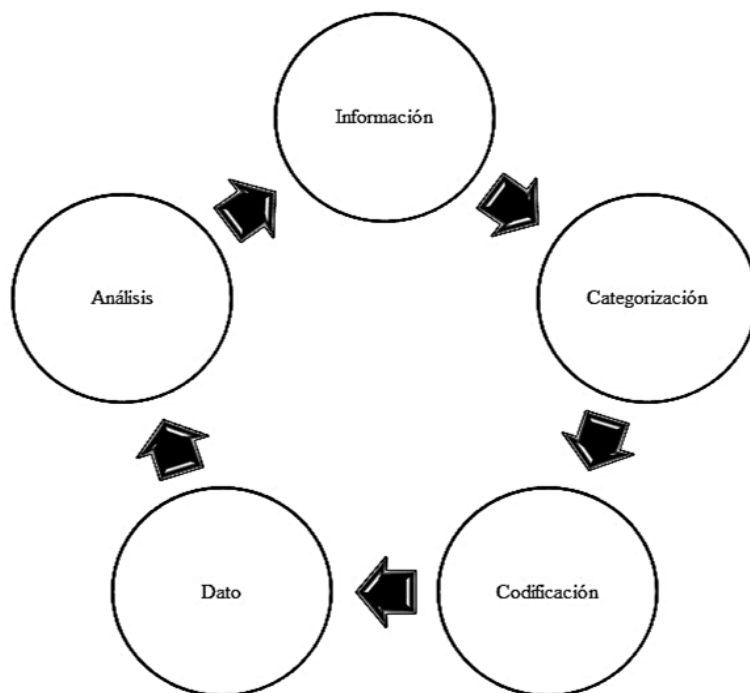
Para generar el trabajo reflexivo que propone Stake (2013) entre los ítems antes mostrados, es preciso utilizar un ciclo análisis cualitativo (Hurtado de Barrera, 2012) que permita profundizar en los significados y experiencias tanto de los informantes clave como de los agricultores entrevistados. En la Figura 26 se observa que el ciclo inicia a partir de

la información obtenida en el proceso de recolección, para posteriormente categorizarla; es decir agruparla y clasificarla.

Con esta categorización, cuya importancia reside en reducir y resumir los datos, se procede a la codificación, proceso en el que se asigna un símbolo a cada categoría utilizada para clasificar la información. Los códigos utilizados en el presente trabajo son verbales, ya que los principales intereses son describir cómo aparece y cómo cambia el evento, más que cuantas veces aparece o cuánto cambia; así como también comprender el significado y las intenciones de las personas entrevistadas. Así, los códigos conducen a la generación de los datos, los cuales son analizados mediante la relación y conexiones con los contextos, antecedentes históricos, el ámbito físico, la actividad y funcionamiento del caso.

Figura 26

*Ciclo de análisis cualitativo de la presente investigación*



Nota: esquema del ciclo de análisis cualitativo que realiza el investigador (Hurtado de Barrera, 2012).

Es importante especificar que las categorías generadas deben establecerse en función del evento de estudio (Cerdeña, 1991), que para la presente investigación corresponde las experiencias de los agricultores con fertilizantes químicos y tecnologías sustentables; además de agruparse en función de la pertenencia a un mismo criterio de clasificación y ser mutuamente excluyentes (Kerlinger y Lee, 2002), en otras palabras, los componentes que forman parte de una categoría no pueden pertenecer a otra.

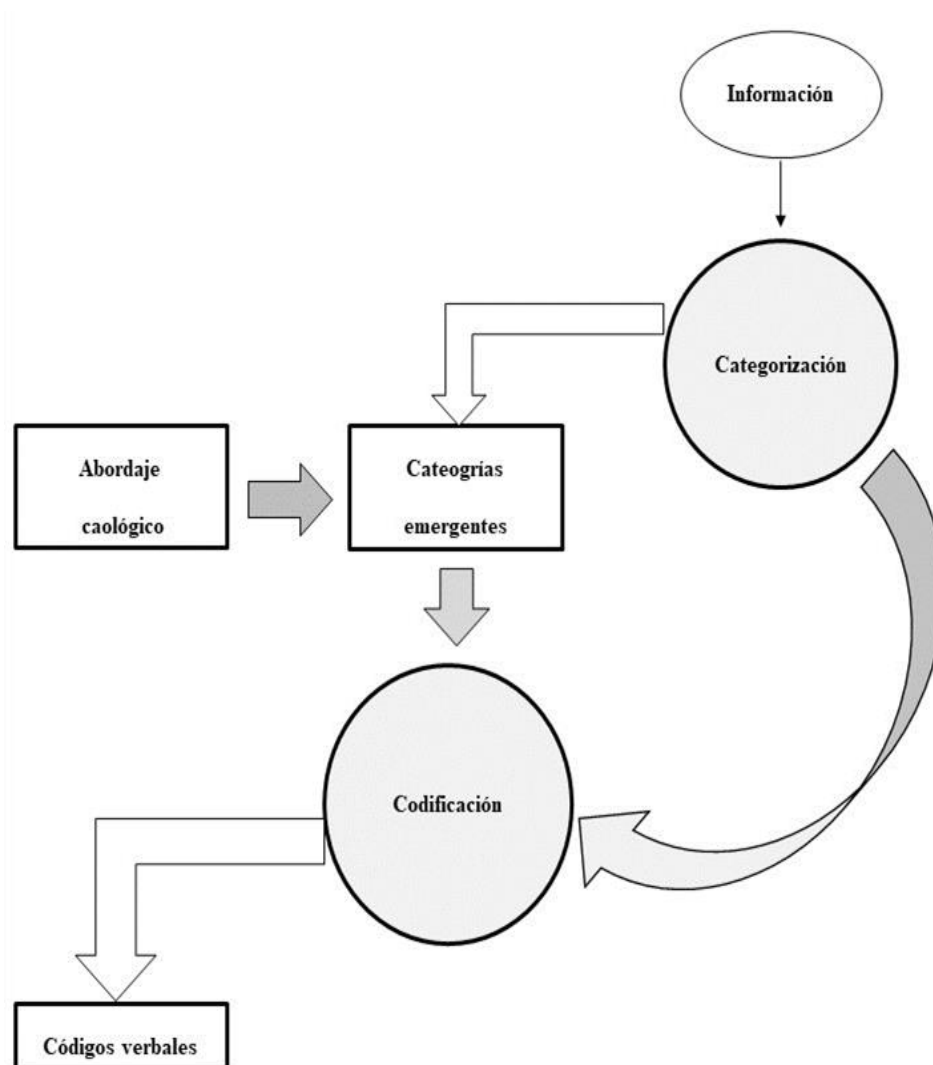
La Figura 27 muestra el proceso de generación de categorías desde un abordaje caológico (Hurtado de Barrera, 2012), el cual se emplea en la presente investigación, porque contempla situaciones en las que el investigador no cuenta con respuestas preestablecidas e inicia la investigación sin hipótesis, sólo “con una actitud de escucha y apertura” (p.68).

Así, la categorización es producto de un proceso exploratorio, donde el investigador está dispuesto a identificar eventos importantes de una situación, lo que le permite ser más sensible para asimilar aspectos emergentes, los cuales no se podrían observar desde un abordaje estructurado o cosmológico, por poseer un menor nivel de sensibilidad a transformación de criterios y conceptos establecidos por el investigador.

De ahí que la categorización surja desde la experiencia y provoque que el investigador estudie el contexto con un mínimo de presupuestos y tenga libertad para descubrir nuevas manifestaciones (Hurtado de Barrera, 2012).

Figura 27

*Proceso de categorización para el abordaje caológico*



Nota: esquema original de Hurtado de Barrera (2008)

Los pasos para realizar la categorización desde el abordaje caológico en la presente investigación son los siguientes:

**Paso 1.** Transcripción, creación de unidad hermenéutica en el programa Atlas.ti versión 22 de cada mini caso y lectura inicial de las entrevistas, con el propósito de realizar una búsqueda de los significados que forman parte del discurso de los participantes. Con esto es

posible comprender la subjetividad que existe en “los términos usados por los mismos actores sociales” (Lindlof y Taylor, 2002, p. 220).

**Paso 2.** Partición del texto en párrafos enteros (Strauss y Corbin, 2002) para que:

“los acontecimientos, sucesos, objetos y acciones o interacciones que se consideran conceptualmente similares en su naturaleza o relacionados en el significado se agrupan en conceptos más abstractos” (p.111).

Así, estos conceptos se agrupan en categorías, las cuales son esenciales para reducir el número de unidades con las que se trabaja y porque poseen un “poder analítico” (p.124) al tener el potencial de explicar y predecir.

**Paso 3.** Cada categoría se codifica verbalmente; es decir, se le otorga una etiqueta con base a sus propiedades, características y parámetros (tipo, intensidad, presencia-ausencia). A este proceso también se le conoce como codificación abierta<sup>4</sup> o Nivel 1 de codificación (Yin, 2018). En este proceso los datos “se descomponen en partes discretas, se examinan minuciosamente y se comparan en busca de similitudes y diferencias” (Strauss y Corbin, 2002, p.111). Para determinar las propiedades y características de los códigos se seleccionó la codificación ecléctica que propone Saldaña (2021), la cual corresponde a un método exploratorio de codificación que emplea y selecciona una combinación de dos o más métodos de codificación. Para esta investigación este método resulta apropiado porque la combinación de métodos se ubica en el Nivel 1 de codificación (Yin, 2018) o en lo que Saldaña (2021) denomina “primer ciclo de codificación” (p. 88).

---

<sup>4</sup> Se refiere al proceso analítico que permite identificar los conceptos y a través de los datos se identifican sus propiedades y dimensiones (Strauss y Corbin, 2002)

Con base a la propuesta de Saldaña (2021), la combinación de métodos de codificación para esta investigación son la Codificación Simultánea, Codificación In Vivo, Codificación de proceso, Codificación de la emoción. Codificación de valores. En la Tabla 31 se pueden observar los autores de procedencia de cada método, así como su explicación y pertinencia.

**Paso 4.** Nivel 2 de codificación (Yin, 2018) o Codificación axial<sup>5</sup> (Strauss y Corbin, 2002), el cual consiste en comprender la relación entre los códigos en cuanto a sus dimensiones, con el objetivo de agruparlos y así alcanzar un nivel de conceptualización mayor. En este nivel el investigador busca respuestas a preguntas sobre ¿cómo? ¿dónde?, ¿cuándo? y ¿con qué resultados?. Responder estas preguntas permite contextualizar un fenómeno; es decir, relacionar la estructura con el proceso. La estructura permite reconocer “las circunstancias en las cuales se sitúan o emergen los problemas, asuntos, acontecimientos o sucesos pertinentes a un fenómeno” (Strauss y Corbin, 2002, p. 139). En tanto el proceso denota la acción/interacción, en el tiempo, de las personas, organizaciones y comunidades.

**Paso 5.** Una vez agrupados los códigos, se procede al planteamiento de categorías analíticas, las cuales tienen la capacidad de explicar lo que está sucediendo a partir de un orden abstracto más elevado (Strauss y Corbin, 2002, p.125).

La ejecución de estos pasos se realiza en el programa informático Atlas.ti. versión 22, software especializado en el análisis cualitativo de una amplia cantidad de cuerpos de datos textuales (Morales-Sánchez, Pérez-López y Anguera, 2014).

---

<sup>5</sup> En este proceso los datos “se descomponen en partes discretas, se examinan minuciosamente y se comparan en busca de similitudes y diferencias” (Strauss y Corbin, 2002, p.111)

Tabla 31

*Métodos de codificación empleados en la presente investigación*

Método de codificación	Autores de procedencia	Explicación y pertinencia
Codificación ecléctica	Saldaña (2021)	Método exploratorio que combina uno o más métodos de codificación
Codificación simultánea	Miles et al (2020)	Asignación de dos o más códigos iguales en diferentes categorías. Se emplea cuando un segmento de los datos es tanto descriptivo como significativo.
Codificación In Vivo	Charmaz (2014), Corbin y Strauss (2015), Glasser y Strauss (1967)	Se utilizan las mismas frases o palabras que emplean los entrevistados, por lo que “honra la voz de los participantes” (Saldaña, 2021, p. 138).
Codificación de proceso	Charmaz (2022), Corbin y Strauss (2015).	Emplea gerundios para connotar acciones, tanto para actividades observables (ejemplo: sembrar, cultivar, fertilizar) como para acciones conceptuales (ejemplo: negociar, rechazar, adaptar). Se emplea para buscar las rutinas y rituales de la vida humana, así como las acciones repetitivas de acción e interacción (Saldaña, 2021).
Codificación de la emoción	Goleman (1995), Kahneman (2011) y Liu (2015)	Codifica emociones recordadas o experimentadas por los participantes o que son inferidas por el investigador. Este método es apropiado para explorar las experiencias intra e interpersonales de los participantes en áreas como la toma de decisiones, juicios y aceptación o rechazo de riesgos.
Codificación de valores	Gable y Wolf (1993), LeCompte y Preissle (1993)	Refleja los valores, actitudes y creencias, lo cual representa las perspectivas de los participantes sobre su forma de ver la realidad. “Por valores se entiende a los principios, códigos morales y normas situacionales que las personas viven” (Daiute, 2014, p. 69). En tanto, la actitud es la manera en que una persona piensa y siente acerca de sí mismo, de otras personas, de una cosa o una idea. Y finalmente, las creencias son parte de un sistema que incluye los valores y actitudes, así como el conocimiento, experiencias, opiniones, prejuicios y percepciones sobre el mundo social (Saldaña, 2021).

Nota: Elaboración propia con información de Saldaña (2021).

#### 4.1.1.2 Estrategia de análisis de caso cruzado

A partir de las conclusiones del caso 1 y el caso 2 se procede a comparar o sintetizar patrones similares entre los casos, así como establecer diferencias puntuales entre los mismos. Por tanto, Yin (2018) refiere que el investigador debe generar argumentos plausibles y consistentes a partir de los datos generados. Estos argumentos, también deben demostrar una sensibilidad ante las diferencias entre los casos. De esta manera, se aplica una estrategia de concentración de casos comparables (Miles y Huberman, 1994), que consiste en conformar una matriz que explique la interrelación entre diferentes factores identificados (Ghauri y Firth, 2009).

#### 4.1.1.3 Credibilidad del estudio

El problema que existe en el estudio de casos reside en el establecimiento de un significado y no de una posición, aunque la teoría sea la misma. Por esta razón, los investigadores intentan que otra persona que hubiera tenido oportunidad de observar el caso, también señalara y registrara el caso en la misma medida que los propios investigadores. Para lograr esto, Stake (2013) refiere que es necesario conformar un proceso de triangulación en el que se utilicen descripciones e interpretaciones de diferentes contextos y puntos de partida para la narración de experiencias, situación que a su vez confiere la credibilidad necesaria para incrementar el crédito de la interpretación.

“Incluso buscamos registrar información que el lector posiblemente conozca, con el objetivo de asegurarle que somos capaces de ver y pensar con claridad o deliberadamente para indicar nuestras propias inclinaciones o partidismos” (p. 96)

Okuda y Gómez- Restrepo (2005) mencionan que, a diferencia de la investigación de corte cuantitativo, en la investigación cualitativa resulta complicado valorar criterios como la objetividad, la confiabilidad, la validez interna y externa. En el caso de estos dos últimos

criterios, la triangulación es una alternativa que permite incrementar la fortaleza y calidad del estudio cualitativo.

La triangulación consiste en usar varias estrategias al estudiar un mismo evento, ya que “al hacer esto, se cree que las debilidades de cada estrategia en particular no se superponen con las de las otras y que en cambio sus fortalezas sí se suman” (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005, p. 120). Por tanto, una de las ventajas de la triangulación radica en obtener resultados similares derivados de estrategias diferentes o bien obtener resultados diferentes, que dan paso a la generación de una perspectiva más amplia en cuanto a la interpretación del caso, ya que esto puntualiza su complejidad y brinda la oportunidad de realizar nuevos planteamientos.

Existen tres estrategias de triangulación de datos (Okuda y Gómez- Restrepo, 2005; Stake, 2013; Yin, 2016):

- a) Metodológica, la cual emplea de distintas técnicas cualitativas, así como el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas en conjunto.
- b) De fuentes datos, que consiste en la verificación y comparación de la información obtenida en diferentes momentos y fuentes
- c) De investigadores, la cual se realiza a través de la observación o análisis del fenómeno a través de diferentes personas

Para esta investigación se consideró la triangulación de fuentes datos, porque permite identificar si los eventos siguen siendo los mismos en otros momentos, en otros espacios o cuando las personas interactúan de manera diferente (Stake, 2013), lo que a su vez genera una “corroboración estructural y la adecuación referencial” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.457).

De esta manera, en el presente trabajo la realización de las entrevistas en distintos momentos y lugares permite cumplir con la condición antes descrita por Stake (2013), a la vez de encontrar “si aquello que observamos y de lo que informamos contiene el mismo significado cuando lo encontramos en otras circunstancias” (p. 98). Con esto en mente, las distintas fuentes de datos abarcan los criterios de representatividad de voces y autenticidad, ya que fue posible contar con la participación de la mayoría de los grupos de interés y con descripciones equilibradas y justas (Burns y Groove, 2009).

## 4.2 Resultados y Análisis

4.2.1 Análisis de Caso 1: agricultores que han tenido vinculación directa con las innovaciones biotecnológicas generadas por la Facultad de Biotecnología de la UPAEP

En la Tabla 32 se pueden observar las categorías analíticas que integran este caso y, que son resultado de la codificación abierta o nivel 1 de codificación, así como de la codificación axial o nivel de codificación 2 (Strauss y Corbin, 1990; Yin, 2016).

Tabla 32

### *Categorías analíticas del Caso 1*

Número de categoría	Categoría analítica (Codificación axial o nivel de codificación 2)	Descripción
1	Condiciones positivas para el uso de biotecnológicos	Experiencias que describe el agricultor para adoptar un biotecnológico
2	Factores que generan percepción negativa del biofertilizante	Experiencias que desmotivan al agricultor a adoptar un biotecnológico
3	Falta de valoración del consumidor final	Percepciones del agricultor sobre el interés y disposición del consumidor final para comprar un producto que ha sido tratado con biotecnológicos
4	Condicionamientos negativos que limitan adopción de biotecnológicos	Experiencias que obstaculizan la adopción desde la perspectiva del agricultor
5	Requiere planeación para usar biotecnológicos	Formación de hábitos y costumbres que implica adoptar un biofertilizante
6	Conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biológicos en la familia	Agentes de cambio en la estructura familiar de los agricultores
7	Condiciones para uso de fertilizantes químicos	Experiencias que motivan a los agricultores a utilizar fertilizantes químicos

Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

Tabla 33

*Categorías analíticas del Caso 1 (Continuación)*

Número de categoría	Categoría analítica (Codificación axial o nivel de codificación 2)	Descripción
8	Biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida	Antecedentes biográficos de los agricultores que indican en la adopción de biotecnológicos
9	Valoraciones estéticas y estilo de vida del consumidor final afectan adopción	Características visuales y costumbres alimenticias que toma en cuenta el consumidor final para comprar un producto agrícola y que indican en la adopción de biotecnológicos
10	Desconocimiento promueve uso de fertilizante y desinterés de biotecnológicos	Experiencias sobre la falta de información y difusión de las bondades de los biotecnológicos que motivan el incremento de uso de fertilizante químicos y desmotivan al agricultor a usar biotecnológicos.

Nota: elaboración propia con información de la presente investigación.

En los siguientes apartados cada categoría se describe a profundidad en los mini casos donde aparecen, y en los cuales se lleva a cabo la triangulación de datos, la vinculación con la perspectiva teórica y discusión con la literatura.

4.2.1.1 Mini caso 1. Gerardo J. Huejotzingo, Puebla.

La primera categoría analítica de este mini caso corresponde a “Condiciones positivas para el uso de biotecnológicos, la cual describe los elementos que considera Gerardo J. para utilizar un componente biotecnológico en los cultivos, tal y como puede observarse en la Figura 28. El agricultor revela que un elemento fundamental es que un biotecnológico es conveniente de utilizar cuando el cultivo es redituable; es decir, cuando se asegura que existirá un beneficio económico y que, por tanto, implicará el empleo de varios trabajadores en el cultivo. De esta forma, el agricultor discrimina el uso de biotecnológicos sólo para

productos de los que obtendrá sólo una cosecha. En el análisis realizado en Atlas.ti versión 22 se incluye un Memo que explica que los biotecnológicos se consideran más costosos frente a los químicos, por lo que el agricultor los considera para cultivos donde podrá recuperar su inversión y obtener una ganancia.

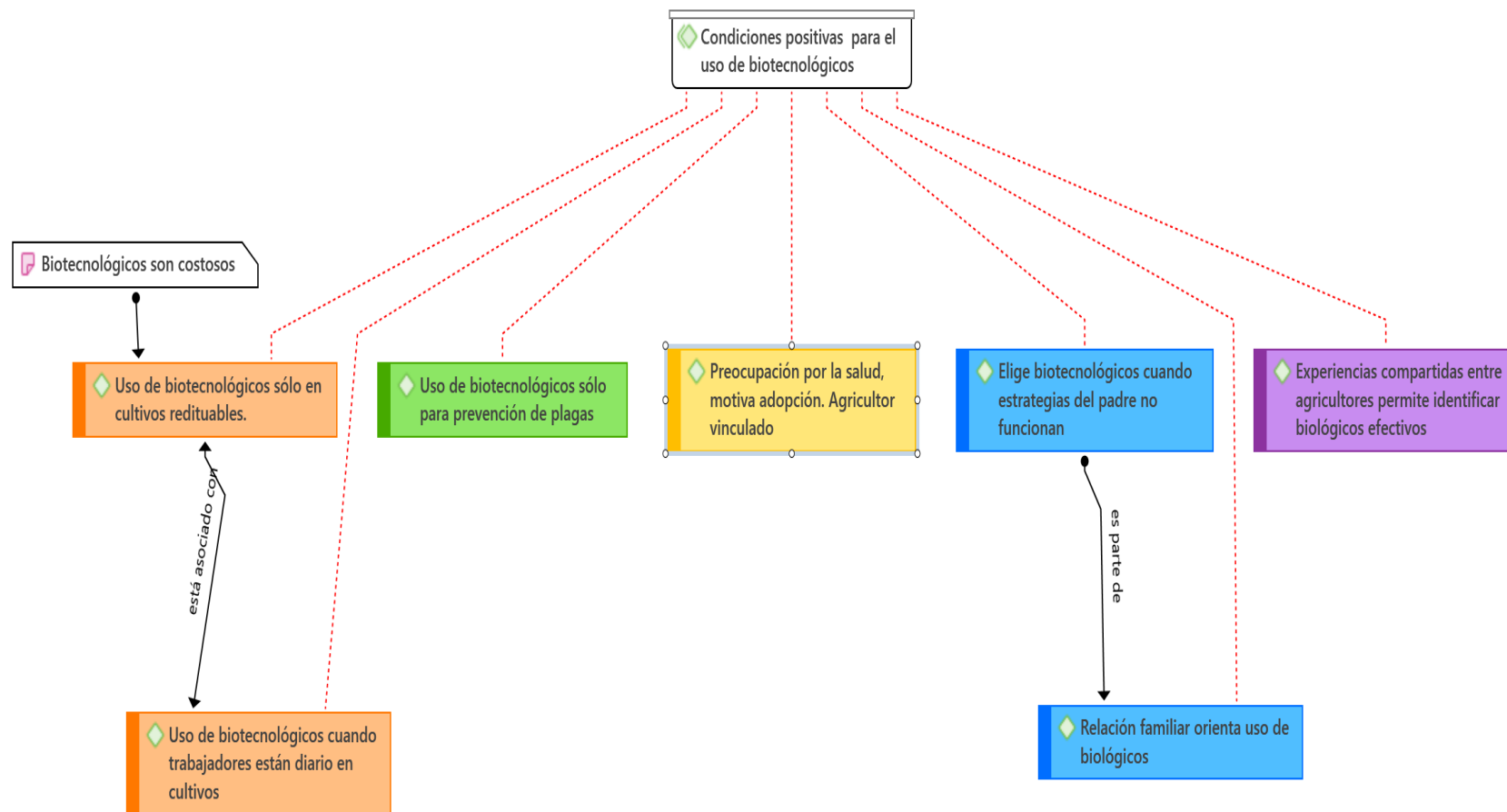
Igualmente, destaca que una condición para el uso del biotecnológico es que Gerardo J. los emplea una vez que considera que las estrategias del padre no funcionan. En este punto se visibiliza un factor ambiental (Weinert, 2022) que influye en la adopción de la innovación, correspondiente al contexto cultural social, ya que el padre es una figura de autoridad e influencia, no sólo por ser el dueño de los cultivos, sino porque es poseedor de un conocimiento generacional de estrategias agroecológicas, que Gerardo J. considera funcional, respecta, y por tanto emplea.

Sin embargo, al mencionar que emplea los biotecnológicos una vez que ha probado que las estrategias del padre no funcionan, entonces es posible inferir que Gerardo J. se convierte en un agente de cambio que promueve el uso de la innovación, y logra que sus atributos sean reconocidos por su padre, en este caso integrante del sistema social, ya que al utilizarlos en los cultivos permite que su padre adquiriera dos creencias importantes para la adopción: utilidad percibida y facilidad percibida de uso, que Verkatesh y Davis (1996) establecen en la TAM. Esto es posible percibirlo en la siguiente oración:

Ahorita los que pues te puedo decir que aceptan esos cambios de productos biotecnológicos son los que están preparados. Por ejemplo, hay un amigo que, pues tiene mucho cultivo de otros productos y él ya utiliza puro producto biotecnológico, pero lo alterna con conocimiento, pues de su papá (Gerardo J., comunicación personal, 25 de mayo de 2021).

Figura 28

*Categoría analítica 1: condiciones positivas para el uso de biotecnológicos*



Nota: elaboración propia.

Así mismo, al mencionar que las tierras de su amigo “son de su papá” es importante subrayar que, en la adopción de nuevas tecnologías en el campo, los padres de familia que tienen hijos con preparación universitaria y de posgrado, al convivir e ir aceptando el uso de nuevas tecnologías, pueden convertirse en líderes de opinión para otros agricultores. Aquí, la figura del padre como una entidad de tradición, respeto y experiencia resulta un factor a considerar al momento en que los científicos-biotecnólogos buscan que los agricultores adopten la tecnología. Y es que la influencia del líder de opinión promueve la intención y comportamiento de uso (Davis, 1989) para los adoptantes pertenecientes a la mayoría tardía y rezagados (Rogers, 2003).

De esta forma, Gerardo J. se constituye como un agente de cambio dentro del sistema familiar ya que, al interactuar con su padre, influye que este pueda percibir a la innovación como compatible (Rogers, 2003), debido a que su hijo forma parte del sistema social, y por tanto lo que él comunique es consistente con la cultura social (Weinert, 2002).

Así mismo, otra de las condiciones se refiere a las experiencias compartidas con otros agricultores, lo cual indica que, aunque Gerardo J. es estudiante de doctorado y está desarrollando investigación, requiere de la aprobación y consejo de los miembros de su propio sistema social. Esta situación está relacionada con los que Rogers (2003) aborda en la Teoría de la Difusión de Innovaciones sobre la percepción que posee el adoptante de la innovación respecto a la presión social que implica la innovación (Dearing y Singal, 2020), lo cual es reforzado por Amin y Lin (2014) en la aplicación de la TAM en la agricultura de países en desarrollo. Los autores consideraron la influencia de personas con estudios como un factor que orienta positiva o negativamente la adopción de la tecnología.

Aunque ya se abordó previamente que la influencia del sistema social es una condición para utilizar los biotecnológicos, en este punto esta influencia se ejerce a través de los amigos o conocidos de Gerardo J., ya que para decidir el tipo de biotecnológico a emplear recurre a las experiencias de otros, tal y como podemos observar en la siguiente oración:

tengo otra amiga en Atlixco que ha experimentado un montón de productos, ya sabe cuáles funcionan (...) ya tenemos 6 años de estar intercambiando conocimiento. Pues imagínate ya los dos. Ahí la llevamos, ya vamos sabiendo (Gerardo J., comunicación Personal, 25 de mayo de 2021).

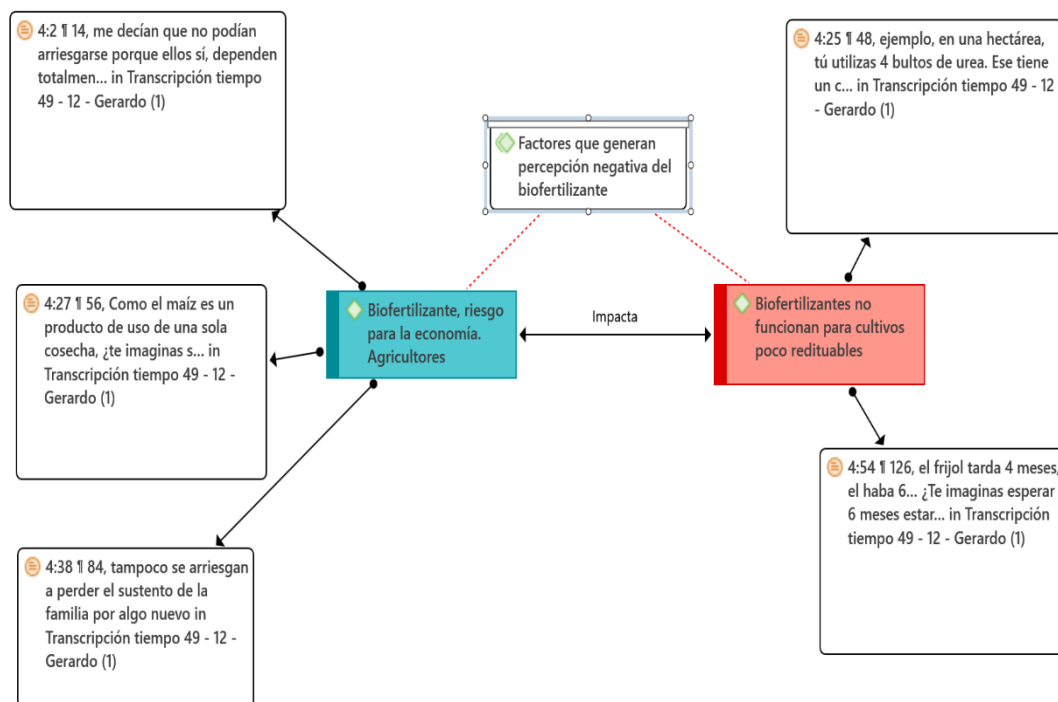
Una condición que también determina el uso de biotecnológicos es que la capacidad de prueba (Rogers, 2003) que Gerardo J. conoce de los biofertilizantes, ya que identifica que sólo son útiles cuando la plaga aún no aparece. Esto indica lo que Davis (1989) y Rogers (2033) identifican como utilidad percibida y ventaja relativa, respectivamente, los cuales son atributos percibidos que orientan la intención del comportamiento (Davis, 1989).

La segunda categoría analítica corresponde a “Factores que generan percepción negativa del biofertilizante”, integrada por los códigos Biofertilizante, riesgo para la economía. Agricultores y Biofertilizantes no funcionan para cultivos poco redituables tal y como puede observarse en la Figura 29.

El primer código indica que Gerardo J. comprende que los agricultores que no poseen ninguna formación en el conocimiento de Biofertilizantes perciben que estos representan un riesgo para su supervivencia, sobre todo porque la mayoría cultivan maíz y frijol, los cuales son productos agrícolas de riego y temporal que se cosechan sólo una vez al año durante el ciclo Primavera-Verano.

Figura 29

*Categoría analítica 2: factores que generan percepción negativa del biofertilizante*



Nota: elaboración propia.

. Esta situación supone para el agricultor que gran parte de su ingreso, ya que como el SIAP (2020) indica, el maíz y el frijol representan los productos con más superficies cosechadas y mayores ingresos para el municipio.

Así mismo, la incertidumbre que genera adoptar la innovación está relacionada con las condiciones económicas del municipio. Como se mostró en la descripción de este mini caso, Huejotzingo tiene una tasa de pobreza muy alta (ONUHABITAT, 2018), además de que más del 20 por ciento de la población vive en una situación vulnerable.

De esta forma, el factor económico se ubica como una limitante para adoptar una innovación, lo cual coincide con el estudio de Martínez-Castro et al. (2020) sobre la relación entre la disponibilidad de recursos económicos y el nivel de adopción tecnológica

de producción de piña en Oaxaca, México. Situación que a su vez coincide con lo establecido teóricamente por el CIMMYT Economics Program (1993), el cual subraya que los agricultores con mayores ingresos son más propensos al riesgo que conlleva adoptar innovaciones tecnológicas.

En cuanto al código “Biofertilizantes no funcionan para cultivos poco redituables”, está en estrecha relación con el código “Biofertilizante, riesgo para la economía. Agricultores”, ya que Gerardo J. indica que un agricultor no invertirá más recursos en un cultivo que no genere suficientes ingresos económicos. Esto más allá del valor económico, también está hablando del valor que perciben los consumidores finales de productos como el frijol y el maíz. Un consumidor considera que son productos *commodities*; es decir, productos de primera necesidad que no tienen ninguna diferenciación entre uno y otro, tal y como lo establece en el siguiente párrafo:

El consumidor quiere precio, quiere que se lo des barato. Entonces ahí es un golpe fuerte, porque imagínate, no sé, inviertes 3 millones y que luego tu producto, lo vendas en 15 pesos, ni de chiste te sale la inversión (Gerardo J., comunicación personal, 25 de mayo de 2021).

Esta situación está relacionada con la evaluación subjetiva que realizan las personas de la innovación. Por esta razón, la utilidad percibida (Davis, 1989) se desbanece con la creencia que establece que adoptar la tecnología no tiene una utilidad, debido a que el producto agrícola tiene poco valor para el consumidor. De hecho, la categoría analítica dos está relacionada con la categoría analítica 3, denominada “Falta de valoración del consumidor final”, que puede apreciarse en la Figura 30.

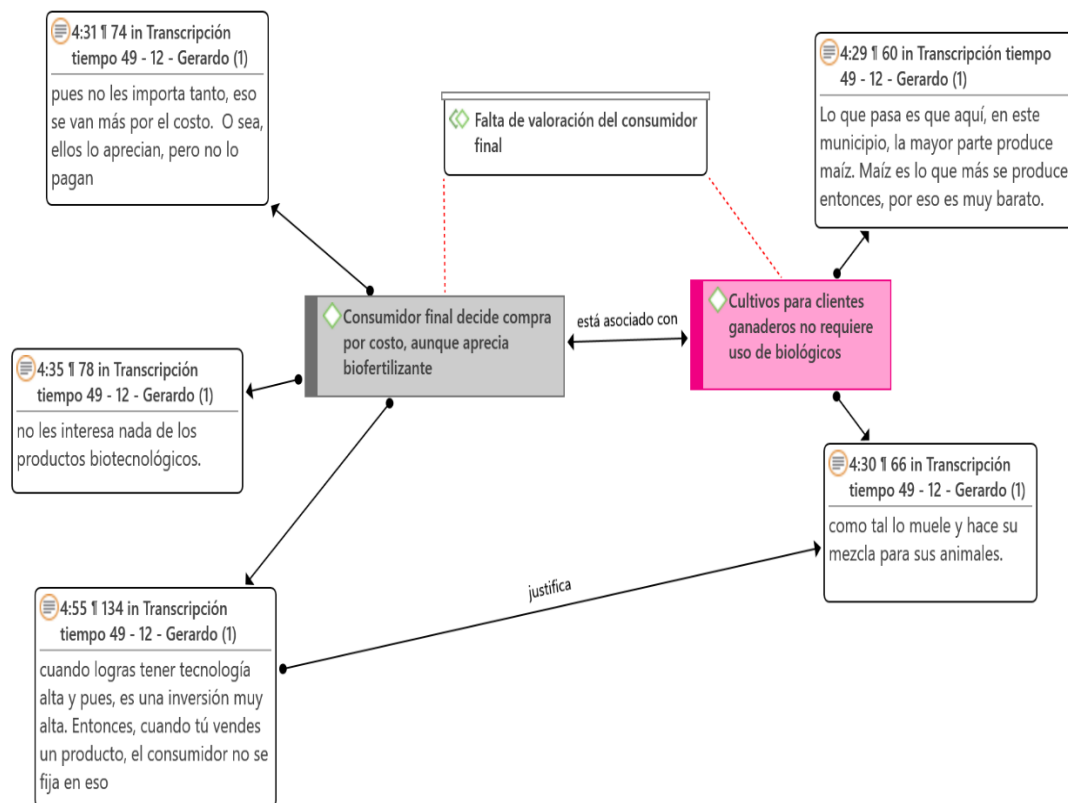
Gerardo J. enfatiza que el consumidor final decide comprar un producto por el costo, pero que sí llega a apreciar el biofertilizante. Al mencionar que “llega a apreciar el fertilizante”, en realidad está infiriendo que el consumidor final no brindará una mejor valoración al producto agrícola por ser cultivado de manera sustentable. Y es que esto concuerda con el hecho de que el maíz y el frijol no sean considerados de alto valor por el consumidor final. Incluso como se puede observar en la Figura 30, estos productos en ocasiones también son consumidos por ganaderos que sólo los utilizan para alimentar a sus crías animales, lo cual también contribuye a que tanto el frijol como el maíz no sean percibidos como productos que otorgan valor.

Así, vale la pena considerar el valor percibido de la innovación que introduce Rivière (2017) para el lanzamiento de productos en la mercadotecnia. El autor indica que no sólo se deben considerar los beneficios percibidos, sino también de los sacrificios percibidos, ya que el precio y los costos percibidos representan los sacrificios monetarios que tendrá que valorar el consumidor final.

Y aunque desde la perspectiva de Rogers (2003) los beneficios de la innovación influyen positivamente en su adopción; los sacrificios percibidos (Rivière, 2017) por el contrario, influyen negativamente. Entonces, si el consumidor final visualiza al frijol y al maíz como *commodities*, este considerará que realiza un sacrificio monetario si tiene que pagar más por productos que tienen un componente biotecnológico. Y debido a que el agricultor conoce esta situación (de manera intuitiva), es probable que no se genere la intención (Davis, 1989) de adoptar un biotecnológico.

Figura 30

*Categoría analítica 3: Falta de valoración del consumidor final*



Nota: elaboración propia

De esta forma, poseer alta tecnología llega a significar poco valor para el agricultor, quien visualiza que ésta no le aporta mayores ingresos, puesto que el consumidor final no le otorga valor y por el contrario lo consideraría, como menciona Rivière (2017) un sacrificio económico.

A partir de lo anterior es posible inferir que la utilidad percibida de Davis (1989) y la ventaja relativa de Rogers (2003) en sí se orientan más al significado de la innovación y no tanto si funciona técnicamente; es decir, si la planta crece o es de mejor calidad.

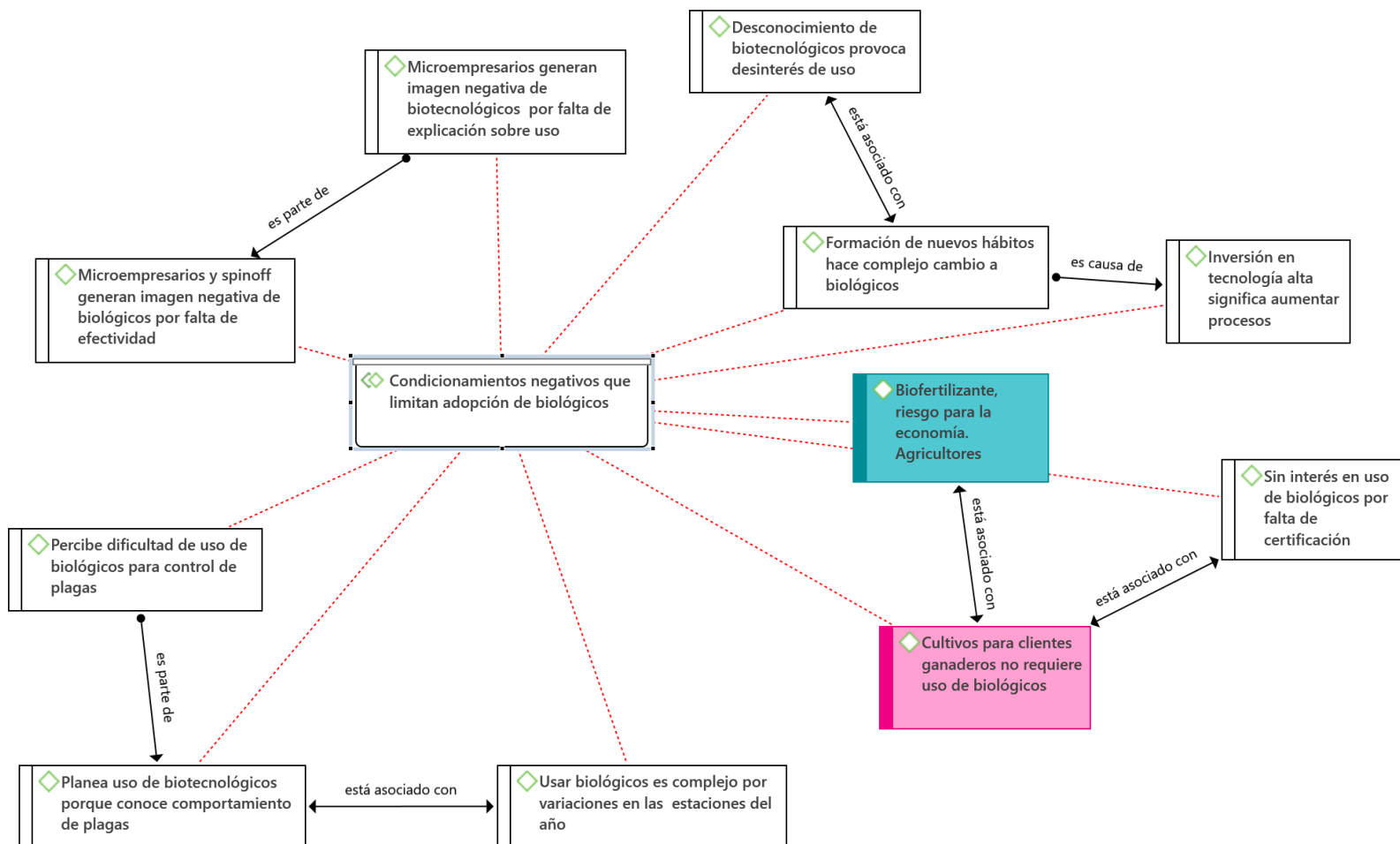
El agricultor, al experimentar que el consumidor final no otorga valor al producto agrícola, no visualiza la utilidad ni la ventaja relativa, y por tanto no intenta probar la innovación; lo cual provoca que no se alcance la facilidad percibida de uso (Davis, 1989) ni la capacidad de prueba (Rogers,2003). Y aunque se lograran alcanzar estos dos comportamientos, los conceptos de Davis (1989) y Rogers (2003) no tendrían ningún significado para el agricultor, a pesar de que pudiera ver los beneficios de la innovación (mejor tamaño, mejor color, mejor textura) con sus propios ojos.

De igual forma, los códigos que integran la categoría analítica 3, están inmersos en la categoría analítica 4, denominada “Condicionamientos negativos que limitan la adopción de biotecnológicos”, que corresponde a la Figura 31. Se identifican códigos de la categoría analítica 3, respecto a la valoración del biofertilizante como riesgo para la economía, y cultivos para clientes ganaderos no requiere uso de biotecnológicos, ya que estos actúan como condicionamientos negativos para la adopción, debido a la ausencia de valor que otorgan para el consumidor final.

Esta situación también se relaciona con el código “Sin interés en uso de biotecnológicos por falta de certificación”, el cual indica que los agricultores al cultivar productos que carecen de valor para el consumidor final no otorgan la importancia al uso de biotecnológicos, sobre todo porque para vender sus productos no tienen que cumplir con requerimientos específicos; es decir los consumidores no perciben el valor porque no buscan calidad por el precio al que compran los productos (Zeithaml, 1988).

Figura 31

Categoría analítica 4: condicionamientos negativos que limitan la adopción de biotecnológicos



Nota: elaboración propia

Y si bien organismos internacionales, como el Instituto Interamericano para la Agricultura [IICA] (2014), han promovido la “valorización de atributos intangibles” (p. 13) a través de la integración de atributos especiales (nutrientes que mejoren la salud, cuidado en la selección y procesos de limpieza) que generen una diferenciación para el consumidor; la situación que expresa Gerardo J. dista de estas propuestas internacionales, lo cual se convierte en un condicionamiento negativo para la adopción de innovaciones.

La situación antes expuesta genera, a su vez, otros condicionamientos negativos. El agricultor considera que adoptar una innovación requerirá introducir nuevos procesos, y por tanto adquirir nuevos hábitos. En el proceso de difusión esto se refiere a la complejidad (Rogers, 2003) que el agricultor percibe al adoptar la innovación.

Este escenario se observa en la complejidad que los agricultores perciben en el control de plagas y en la forma de emplear a los biotecnológicos dependiendo de la estación del año, ya que existe mucho mayor cuidado y conocimiento de uso, tal y como se observa en el siguiente comentario:

en el caso de campo abierto, pues sí, cambia bastante, porque cuando hace mucho calor se inhiben ciertos nutrientes, cuando hace mucho frío se inhiben otros nutrientes, entonces tienes que ir esté compensando tanto en el suelo como foliar, que es la parte superior de la planta (Gerardo J., comunicación personal, 25 de mayo de 2021).

No obstante, es importante remarcar que la complejidad (Rogers,2003) que percibe el agricultor para adoptar la innovación no sólo está determinada por los aspectos técnicos y procedimentales (aprender a colocar el biofertilizante o nuevas medidas para riego), sino también por la creencia (Davis,1989) que posee el agricultor con relación a la escasa

utilidad de adoptar una innovación. Como se ha mencionado anteriormente, el hecho de que el consumidor final no otorgue valor a su producto provoca que el agricultor no perciba la utilidad de la innovación y por tanto considere que adoptarla implica un alto grado de complejidad.

Otro de los condicionamientos negativos está determinado por microempresarios que venden productos supuestamente orgánicos para los cultivos. Gerardo J. indica que la falta de efectividad de estos productos y la carencia de una explicación para utilizarlos termina por generar desconfianza, tal y como lo expresa en el siguiente párrafo:

los pocos que se llegan a animar, crean esa desconfianza con todos sus conocidos por lo mismo de que dicen, no es producto, no te funciona, es biotecnológico. No te sirve. No lo compres. ¿Te imaginas? , créeme que hay muchas empresas y hay demasiadas empresas eh (Gerardo J., Comunicación personal, 25 de mayo de 2021).

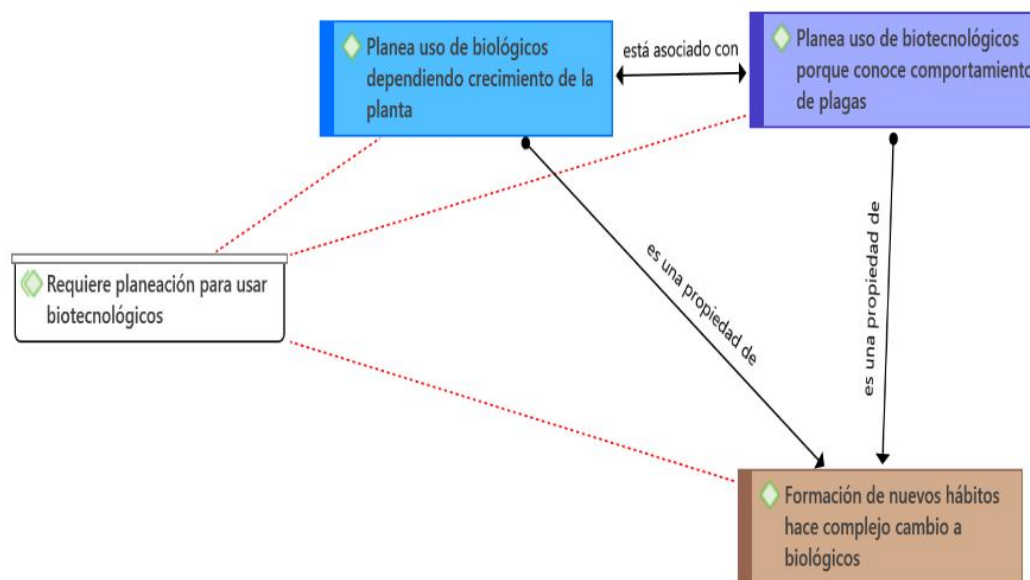
La existencia de microempresarios, como los denomina Gerardo J., que venden productos sin calidad y eficacia está impactando en la percepción de los atributos de las innovaciones biotecnológicas. Esto indica que los agricultores consideren que el fertilizante orgánico del microempresario no sea mejor que el fertilizante químico que ya utiliza, lo cual provoca que no se perciba una ventaja relativa (Rogers, 2003), además, esto impacta en la perspectiva del sistema social, ya que los agricultores conocidos, amigos o familiares consideran que si a otro no le funcionó, tampoco a ellos y eso genera que se distorcione la observabilidad (Rogers,2003).

Por otra parte, la categoría analítica 5 “Requiere planeación para usar biotecnológicos” está relacionada con la facilidad percibida de uso de Davis (1989) y la complejidad de

Rogers (2003). Gerardo J. enfatiza que emplear biotecnológicos requiere una planeación por parte del agricultor, como puede observarse en la Figura 32.

Figura 32

*Categoría analítica 5: requiere planeación para usar biotecnológicos*



Nota: elaboración propia

Esta planeación en la experiencia de Gerardo es también una formación de nuevos hábitos, por lo que también se infiere que el grado de complejidad (Rogers, 2003) puede ser alto si se busca adoptar una innovación. Esto igualmente se relaciona con el concepto de autoeficacia de Amin u Lin (2014), ya que una persona considerará que una tecnología es eficaz en función de la facilidad o complejidad que perciba al usarla, y el grado de control sobre su habilidad para operarla.

De esta forma, es posible considerar que la autoeficacia se alcanza de manera intermedia, ya que la planeación implica mayor complejidad, pero el control sobre la

tecnología sí se produce a partir del conocimiento de los los tiempos de crecimiento de las plantas y comportamiento de las plagas, tal y como Gerardo J. enfatiza a continuación:

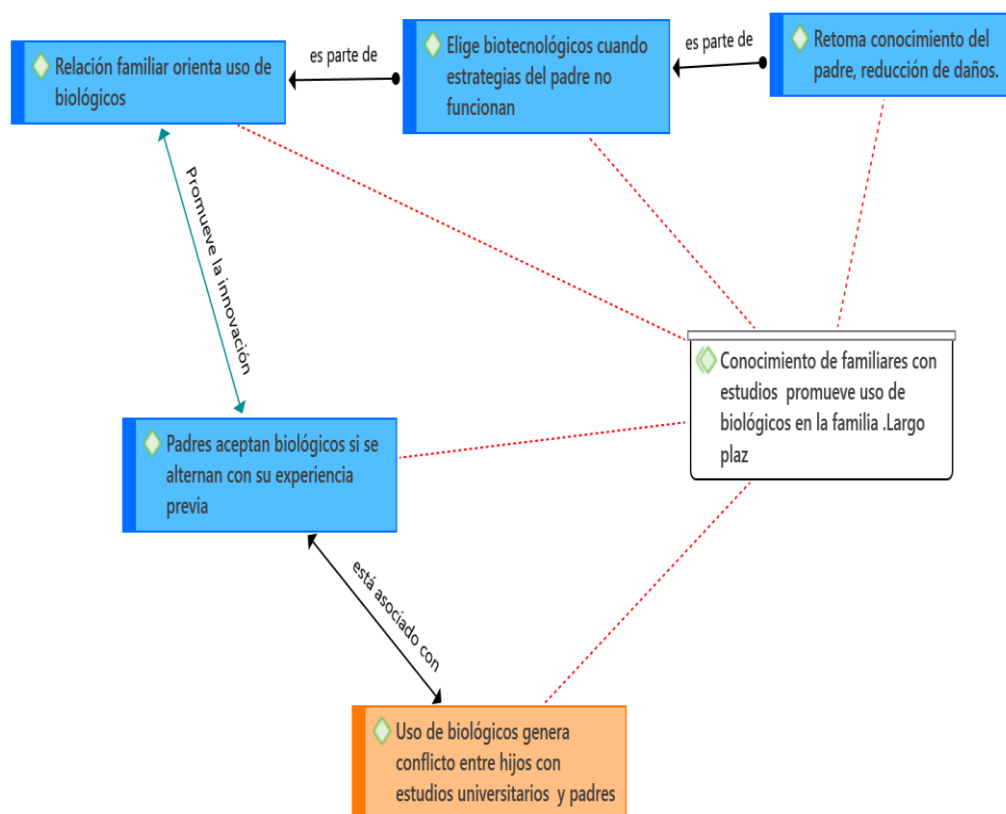
tienes que conocer la planta, tienes que conocer la zona en la que te encuentras y tienes que saber qué productos vas a utilizar y en qué tiempo. Para eso es tu cronograma. Como vayas viendo el crecimiento de la planta es, cómo vas utilizando los biofertilizantes.

Y es que la planeación está relacionada con el concepto de interdependencia que Leeuwis y Aaarts (2021) incorporan a la adopción de innovaciones, ya que un comportamiento como la adopción siempre está relacionado o depende de otros comportamientos. En este caso, Gerardo J. indica que para adoptar la innovación se deben realizar una serie de comportamientos complementarios que realiza el mismo individuo en un mismo periodo de tiempo, lo que sugiere la existencia de interdependencias a nivel intrapersonal. Y es que “en la práctica real, la adopción involucra una pluralidad de comportamientos” (p.100) los cuales están moldeados por varias determinantes, tales como los valores, las creencias normativas y la motivación (Rogers, 2003).

La siguiente categoría analítica es “Conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biológicos en la familia”, como se puede apreciar en la Figura 33. El uso de biotecnológicos está relacionado con la combinación de la experiencia del padre con el nuevo conocimiento del hijo, en este caso Gerardo J. De esta forma, es posible inferir que en el campo la experiencia previa del agricultor es considerada como un conocimiento valioso, relevante y perdurable, ya que como es posible observarlo en la red de esta categoría, el hijo en primer lugar toma en cuenta lo que el padre ha experimentado, y posteriormente decide utilizar el biotecnológico.

Figura 33

*Categoría analítica 6: conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biológicos en la familia. Largo plazo.*



Nota: elaboración propia.

Lo anterior indica que la adopción de nuevas tecnologías no necesariamente implica desplazar el conocimiento y experiencia de los agricultores mayores. Por el contrario, se puede potenciar mayor aceptación y generar que los agricultores mayores perciban los atributos de la innovación, como la ventaja relativa (Rogers, 2003) y la utilidad percibida (Davis, 1989).

Este punto está asociado a lo que Amaro-Rosales y Gortari-Rabiela (2016) mencionan sobre la falta de un mecanismo concreto que asegure la convivencia entre el conocimiento local y el científico. En este punto este mecanismo puede iniciarse a través de los hijos

con estudios universitarios, quienes pueden entrelazar los dos tipos de conocimiento, aunque esto sea a largo plazo y genere conflicto por el encuentro intergeneracional, tal y como menciona Gerardo J. en el siguiente párrafo:

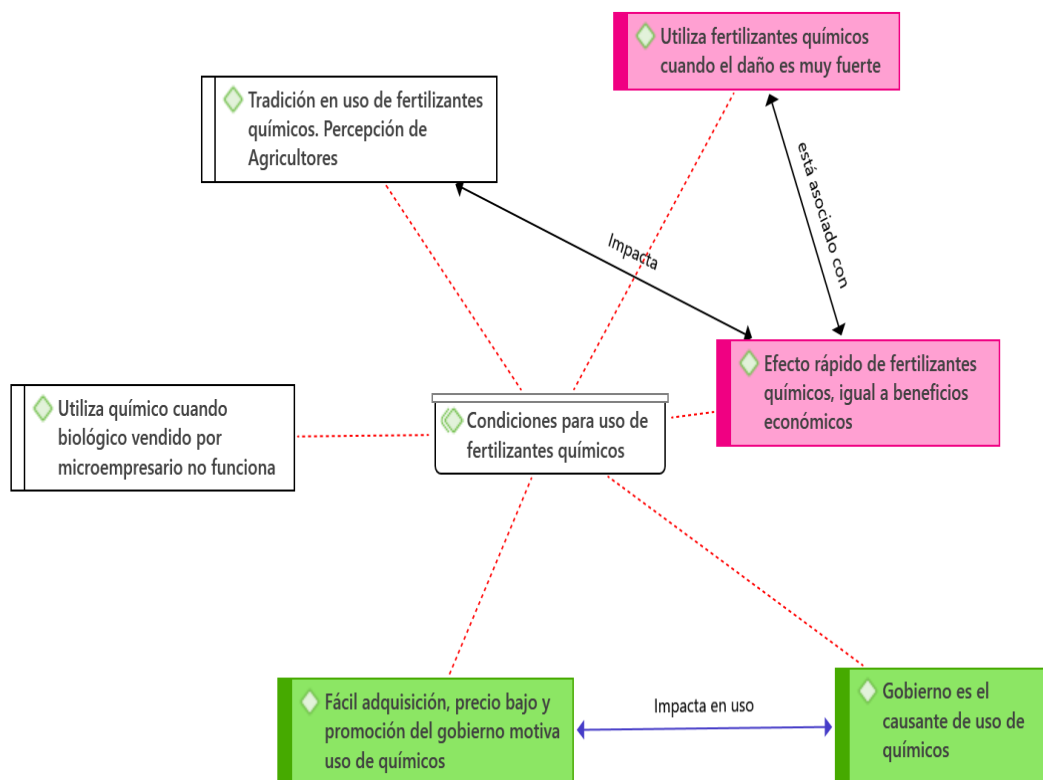
es conforme los hijos de los productores se vayan preparando, porque hay casos donde los hijos de ciertos productores ya vienen de escuelas como Chapingo, del Colegio de postgraduados de diversas universidades y es, como poco a poco, el hijo va cambiando la mentalidad del papá. Entonces, pues es a largo plazo esto.

De esta forma, la categoría analítica se relaciona con el fenómeno cultural que Jiménez-Barbosa et al. (2019) abordan en su investigación sobre el relevo generacional en la producción de café en Colombia. Los hallazgos de los autores coinciden con lo manifestado por Gerardo J. respecto a que los hijos toman en cuenta su vuelta al campo después de adquirir una formación académica en las grandes urbes, y al mismo tiempo comprenden el compromiso y entrega que sus padres han tenido con la tierra, considerando que con su conocimiento podrán mejorar las condiciones económicas y de calidad de vida.

La siguiente categoría analítica corresponde a las “Condiciones de uso de fertilizantes químicos”. La Figura 34 describe los códigos que conforman esta categoría, los cuales son: Tradición en uso de fertilizantes químicos, Utiliza químico cuando biológico vendido por microempresario no funciona, Fácil adquisición, precio bajo y promoción del gobierno motiva uso de químicos, el cual está íntimamente relacionado con Gobierno es el causante de uso de químicos; posteriormente también se encuentran los códigos Efecto rápido de fertilizantes químicos, igual a beneficios económicos y Utiliza fertilizantes químicos cuando el daño es muy fuerte.

Figura 34

*Categoría analítica 7: condiciones para uso de fertilizantes químicos*



Nota: elaboración propia

Los dos últimos dos códigos están asociados entre sí porque describen las razones por las que los agricultores prefieren el uso de fertilizantes. Y es que de acuerdo a la experiencia de Gerardo J., emplear un fertilizante químico es más efectivo cuando se presenta una plaga en los cultivos, lo cual también está asociado a la percepción de que los fertilizantes químicos actúan de forma inmediata. Por tanto, utilizar los fertilizantes químicos significa asegurar su ingreso económico y no correr riesgos.

Igualmente el uso de los fertilizantes químicos se convierte en una experiencia que ya es toda una tradición, que se interpone con la adopción, debido a que los agricultores han convivido con ellos durante bastante tiempo y por tanto conocen el proceso de mezcla, así

como crecimiento de las plantas, tal y como Gerardo J. comenta “ya tenían un esquema de trabajo con los fertilizantes químicos, por así decirlo, y con las sustancias químicas. Y como tal ya sabían el comportamiento de ellos en la zona” (Gerardo J., comunicación personal, 25 de mayo de 2021).

El esquema al que hace referencia Gerardo J. es producto de la denominada Revolución Verde, que representó la modernización de la agricultura en México en la década de 1940 por influencia de Estados Unidos. País que, por un lado, promovió el uso de paquetes tecnológicos a través de agroquímicos, semillas mejoradas, maquinaria entre otros; pero que también generó una alta dependencia hacia la compra de fertilizantes químicos (Martínez-Castro, et al., 2019), situación que continúa hoy día.

Finalmente, un código que emergió del proceso de codificación abierta y que no se integró a ninguna de las categorías antes expuestas fue “Comunica la innovación sin éxito en su comunidad”. Aunque no se encontró relación con otros códigos, es importante de considerar ya que Gerardo J. enfatiza que no ha logrado influir en otros agricultores para la adopción de biofertilizantes, tal y como se puede observar en el siguiente párrafo:

A la demás gente que está a mi alrededor les he comentado, pero no se deciden totalmente por el cambio. Porque por ejemplo, en el caso de todos los productos, eh, biotecnológicos, su efecto es un poco más tardío y su manejo es muy diferente a las sustancias químicas (Gerardo J., comunicación personal, 25 de mayo de 2021)

De esta manera, se infiere que Gerardo J. no es consciente de la oportunidad que puede forjar para convertirse en un líder de opinión entre los agricultores con los que trabaja, ya que él se configura como un adoptante innovador de acuerdo a la clasificación de Rogers

(2003). Por tanto, al conocer la resistencia que puede encontrar con los agricultores debido al efecto retardado de los biofertilizantes y la adquisición de nuevos hábitos, se abre una oportunidad para que jóvenes como Gerardo J., con estudios académicos en biotecnología o agronomía se configuren como líderes de opinión de la mano de sus padres, ya que en conjunto pueden influir en el sistema social para la adopción de innovaciones a través de su propio ejemplo y experiencia (Davis, 1989 y Rogers, 2003).

#### 4.2.1.2 Mini caso 2. Victoria C., Hueyotlipan, Tlaxcala.

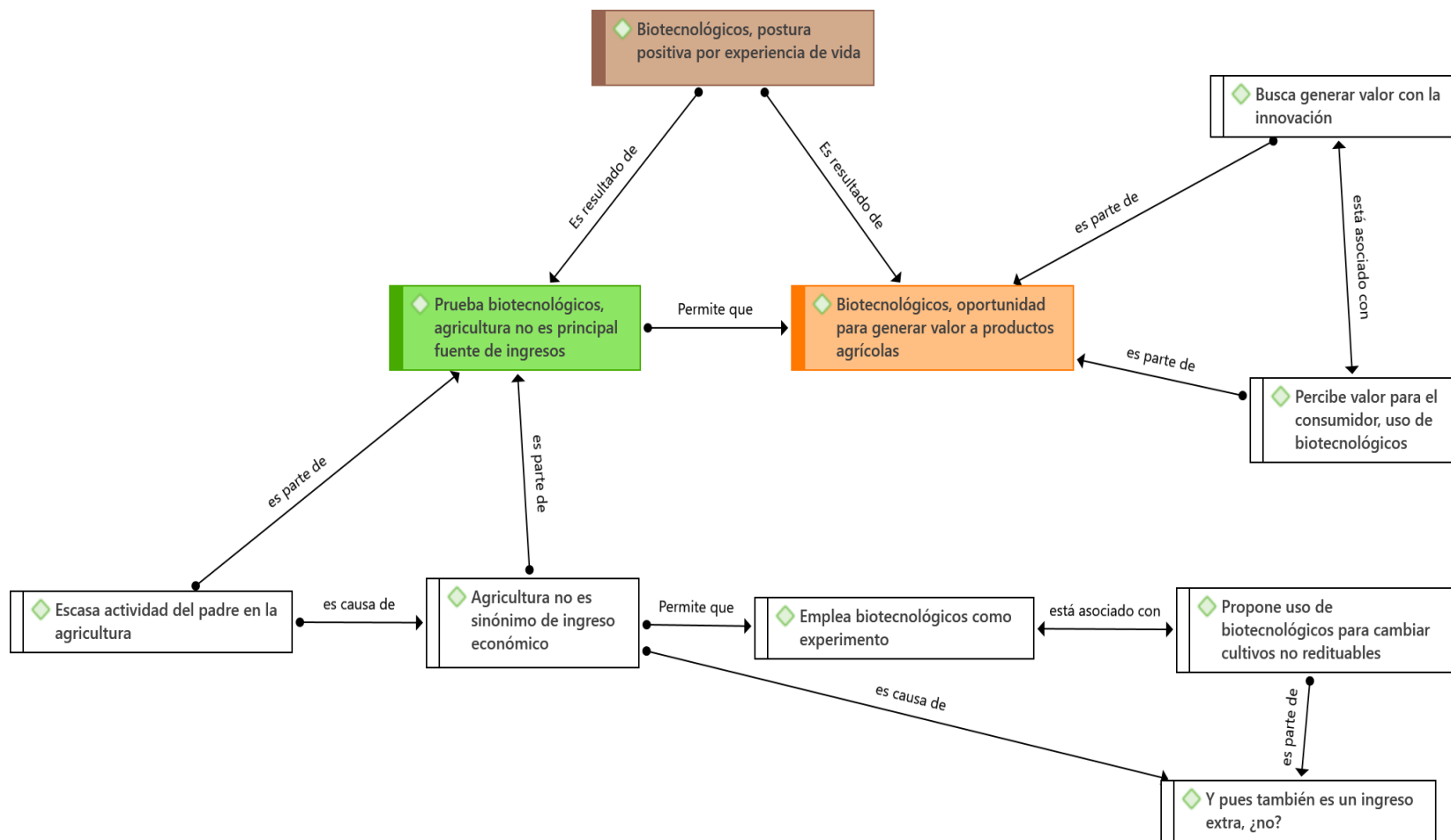
Durante la vida de Victoria, la agricultura no ha representado el principal ingreso económico de su familia. Su padre sólo ha cultivado por gusto personal y cuenta con pequeños espacios de cultivo. Sus objetivos se han centrado en el desarrollo académico, lo cual ha influido en su forma de percibir a los biotecnológicos, ya que los considera como una oportunidad para crear valor en los productos agrícolas. Situación que queda expuesta en la categoría analítica “Biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida” que puede apreciarse en la Figura 35.

La categoría mencionada describe que la valoración positiva que posee Victoria de los biotecnológicos precede del significado que otorga a los cultivos, ya que en su historia de vida no ha dependido económicamente de cultivar y cosechar.

De ahí que ha sido posible para ella experimentar cultivos no redituables y disintos climas sin necesidad de comprometer el ingreso económico, lo cual es posible identificarlo cuando menciona “un ingreso extra”. Así mismo, esta frase permite inferir que factores como el riesgo y la incertidumbre (Leeuwis y Aarts, 2021) ante la innovación no están presentes en la experiencia de Victoria.

Figura 35

Categoría analítica 8: Biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida



Nota: elaboración propia

Otro elemento a considerar sobre la percepción de Victoria C. sobre los biotecnológicos es la identidad (Leeuwis y Aarts, 2021) que asume como estudiante de doctorado. Al no concebirse a sí misma como agricultora o hija de algún agricultor, le es posible experimentar con la innovación en Hueyotlipan, un lugar donde el clima es frío para un producto como la fresa, lo cual es posible percibir en la siguiente oración:

Para estar como adaptando estas plantas en esta zona en dónde no se producen tanto este tipo de frutillas y ver cómo se adaptaban. Es ir viendo como son este tipo de variedades que estamos consiguiendo, pues se podían hacer en esta zona fría (Victoria C., comunicación personal, 10 de julio de 2021).

La percepción de Victoria sobre los biotecnológicos también está asociada con brindar valor a los cultivos y productos agrícolas, lo cual indica que cuenta con una utilidad económica percibida de adoptar la innovación (Tery y Brindal, 20212) . Esta situación está en concordancia con lo establecido por el IICA (2014) sobre el empleo de estrategias de agregación de valor en la producción agropecuaria a través de atributos especiales o intangibles. Por tanto, es posible deducir que para Victoria las instituciones que generan la regulaciones que gobiernan las interacciones en los mercados y las cadenas de valor (Leeuwis y Aarts, 2021) son referentes que acepta, por lo que permiten orientar sus creencias, aspiraciones y percepción del riesgo.

Una vez abordada la categoría que describe la perspectiva personal de Victoria hacia la innovación, la siguientes describen la percepción que ella posee sobre los agricultores, con quienes empatiza acerca de los obstáculos que estos enfrentan para adoptar innovaciones.

Así, la siguiente categoría analítica corresponde a: “Condicionamientos negativos que limitan la adopción de biotecnológicos”, que puede observarse en la Figura 36 y que se repite nuevamente, por lo que posee la misma numeración que en el caso de Gerardo. J.

Esta categoría nuevamente integra el código “Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biotecnológicos” y que a su vez está relacionado con el código “Uso de biotecnológicos requiere planeación”. Estos dos códigos hacen referencia a uno de los factores que impactan de manera negativa en estrategias como el MIP, en cuanto a la complejidad (Rogers, 2003) que representa para el agricultor la relación entre conocimiento y las acciones (Alwang et al., 2018 y Jayasooriya y Ahyear, 2016) que exige una estrategia de uso de biológicos. Y es que para Rivière (2017) este tipo de situaciones representan sacrificios no monetarios o costos de aprendizaje, ya que el adoptante debe esforzarse para adquirir un conocimiento que le permita usar un producto de forma efectiva.

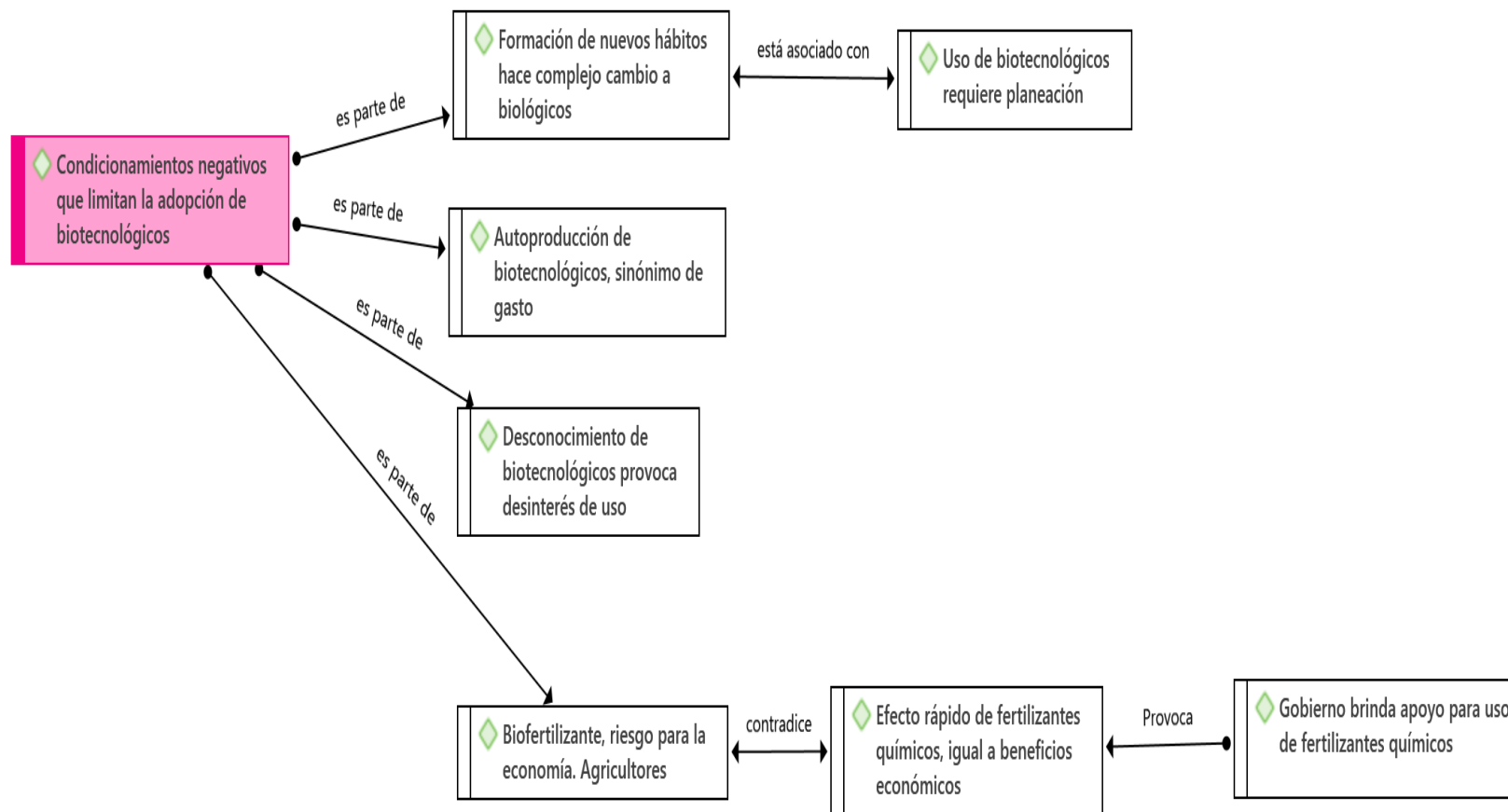
De igual forma, esta categoría repite el código “Biofertilizante riesgo para la economía. Agricultores”, que emergió con Gerardo J. sobre la preocupación de perder la inversión monetaria por emplear biológicos, lo cual expresa Victoria C. en el siguiente párrafo:

Si a un productor que ya invirtió, lo que haya invertido, sabes a lo mejor es todo su dinero del año y este, pues no lo va a comprometer, porque tiene a lo mejor una plaga (Victoria C., comunicación personal, 10 de julio de 2021).

La experiencia del agricultor con las plagas provoca que sus acciones estén encaminadas a prevenirlas y combatirlas cuando es su aparición, por lo que la innovación no se percibe como útil (Davis, 1989) y tampoco mejor que el fertilizante químico que utiliza, lo cual es sinónimo de no percibir una ventaja relativa (Rogers, 2003).

Figura 36

*Categoría analítica 4: condicionamientos negativos que limitan la adopción de biotecnológicos.*



Nota: elaboración propia .

El escenario que plantea Victoria está determinado por el contexto que vive Hueyotlipan en el incremento de fertilizantes químicos, lo cual ha provocado que se utilicen productos más baratos y de menor calidad, aunque esto reduzca el rendimiento del maíz a la mitad. Además, asociaciones de agricultores han manifestado que no están dispuestos a utilizar tecnologías sustentables, porque consideran que decreta la producción y porque las tierras no están acondicionadas para recibir nuevos componentes.

Por esta razón, la red semántica de esta categoría indica que existe una contradicción entre la percepción de los biofertilizantes y los fertilizantes químicos, mientras el primero es un riesgo, el segundo significa certidumbre económica. Y es que esta percepción también es provocada por el gobierno, el cual contribuye con entregas de fertilizantes, tal y como lo manifiesta Victoria C. en la siguiente oración:

Por ejemplo, a mí me ha tocado ver aquí en Tlaxcala, que pues tienen un subsidio para el fertilizante inorgánico. Entonces obviamente pues es una de sus primeras opciones ¿no? (Victoria C., comunicación personal, 10 de julio de 2021).

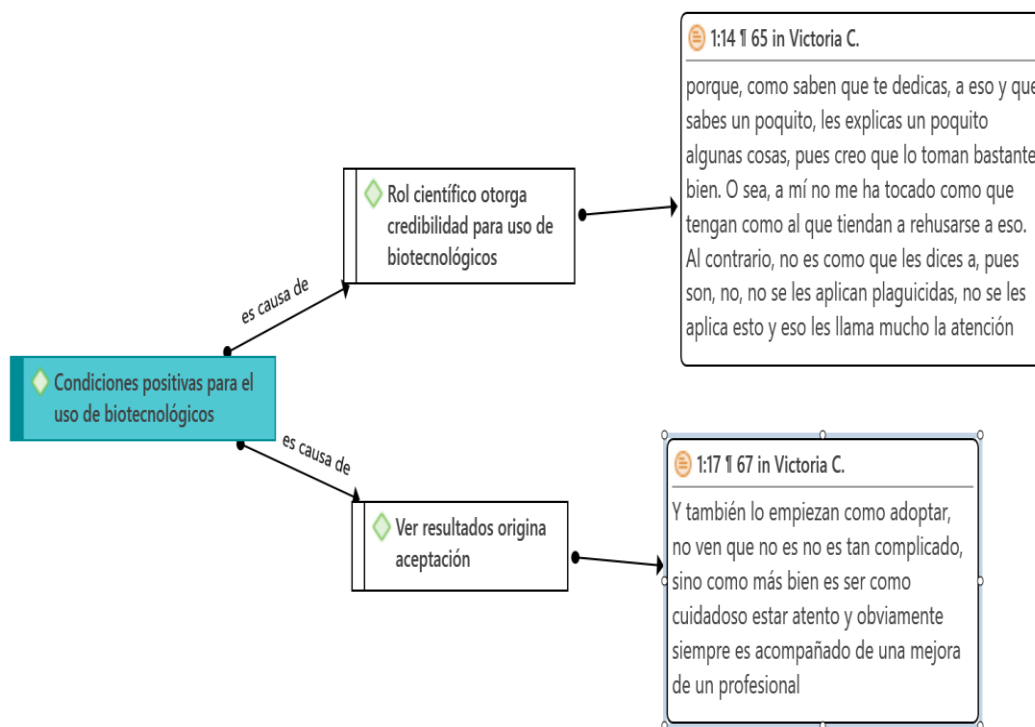
En cuanto al código “Autoproducción de biotecnológicos, sinónimo de gasto”, Victoria C. manifiesta que los agricultores no están dispuestos a fabricarlos por sí mismos porque representa un gasto que no tendrá retribución económica, además de que desconocen el funcionamiento correcto. Este punto se relaciona con el código “Desconocimiento de biotecnológicos provoca desinterés de uso”, el cual subraya que los agricultores que desconocen la tecnología no están dispuestos a utilizarlas, debido a que no conocen su utilidad y forma de uso. Esto indica que en la agricultura rural el desconocimiento de la innovación sigue siendo una problemática que genera creencias negativas en torno a la innovación (Davis, 1996).

La siguiente categoría corresponde a “Condiciones para el uso de biológicos” que al igual que con Gerardo J. emerge como parte de la experiencia que Victoria ha tenido con los agricultores, tal y como puede observarse en la Figura 37. En esta categoría los códigos que la describen corresponden a “Rol científico otorga credibilidad para uso de biotecnológicos” y “Ver resultados origina aceptación”. Es importante especificar que aunque la categoría se repite en el caso de Gerardo J. , no contiene los mismos códigos.

El código relacionado con el rol científico describe que los agricultores otorgan credibilidad a los científicos por su conocimiento y experiencia. Por tanto, la intención del comportamiento de adoptar la innovación (Davis, 1989) puede verse positivamente afectada por la participación de los científicos.

Figura 37

*Categoría analítica 1: condiciones positivas para el uso de biológicos*



Nota: elaboración propia

Los estudios de Moreland y Hyland (2013) y Kassem et al. (2021) sobre la participación de los científicos en los procesos de difusión y la credibilidad de la información obtenida de las innovaciones, concluyeron que los agricultores adquirieron mayores niveles de conciencia, una influencia positiva y significativa hacia la adopción por convivir directamente con los científicos, quienes tenían mayor capacidad para resolver dudas y profundizar en el conocimiento, a diferencia de los extensionistas.

En tanto el código “Ver resultados origina aceptación” está íntimamente relacionado con lo que Rogers (2003) denomina capacidad de prueba, el cual es un atributo que llega a generarse cuando una persona tiene la experiencia de usar la innovación. Según el autor, la experiencia incrementa las posibilidades de reducir la incertidumbre sobre el funcionamiento de la innovación. Esto puede percibirse cuando Victoria C. menciona “ven que no es tan complicado, sino como más bien es ser como cuidadoso” (Comunicación personal, 10 de julio de 2021).

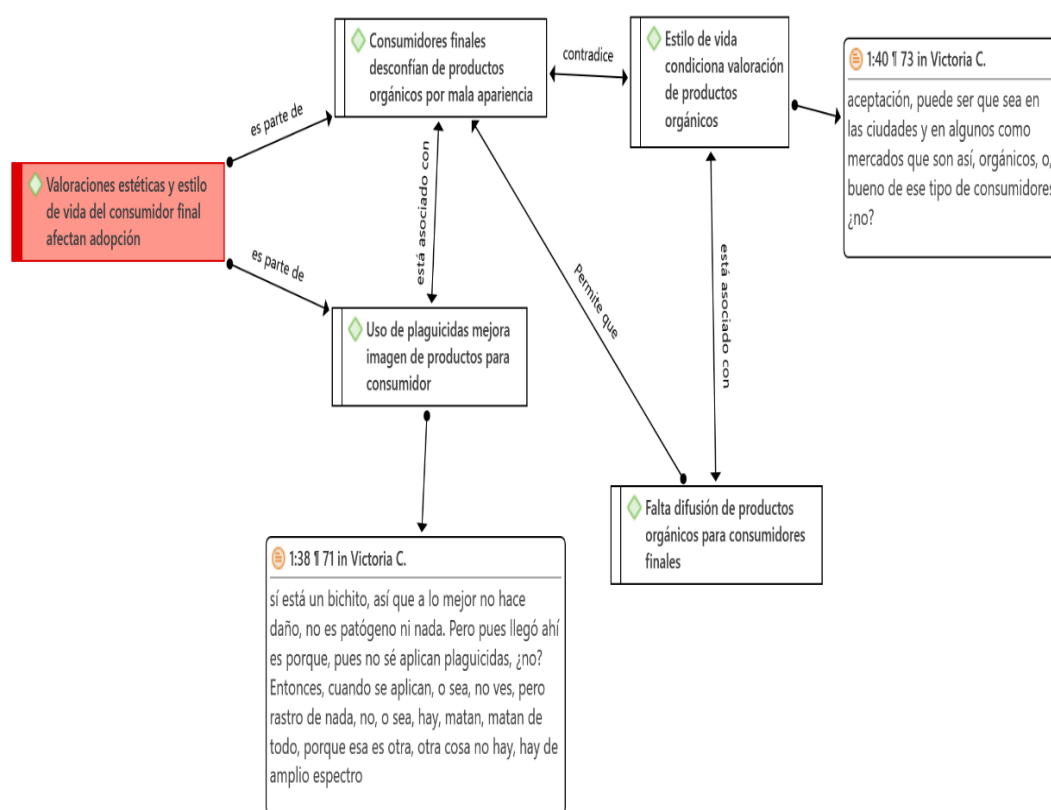
Un nuevo código que emerge del caso de Victoria C. es “Valoraciones estéticas y estilo de vida del consumidor final afectan adopción”, el cual se visualiza en la Figura 38 y relaciona a la percepción que poseen los consumidores finales sobre productos que han sido empleados con biotecnológicos con el uso reiterado de fertilizantes químicos. La red semántica permite visualizar la valoración que realiza Victoria C. sobre la desconfianza que poseen los consumidores finales de los productos que han sido tratados con tecnología sustentable.

Desde la experiencia de Victoria C. los consumidores finales tienen creencias preestablecidas sobre lo que debiera ser un producto agrícola de calidad, ya que no aceptan imperfecciones y esperan encontrar tamaños grandes. No obstante, un producto más natural

no podrá tener la misma textura ni consistencia que un producto tratado con fertilizantes químicos. De esta forma, la percepción del consumidor sobre los productos orgánicos está asociada al uso de plaguicidas.

Figura 38

*Categoría analítica 9: valoraciones estéticas y estilo de vida del consumidor final afectan adopción*



Nota: elaboración propia.

Esta valoración es una realidad a nivel internacional; por ejemplo, el Departamento de Agricultura del gobierno de Estados Unidos de América (Astill, 2020) nombra a los estándares estéticos y a las preferencias de los consumidores como factores que pueden influir positiva o negativamente en la venta de productos agrícolas. Por tanto, agricultores, distribuidores y empresas de consumo toman decisiones con base a la imagen que posee el

producto. De ahí que el agricultor siga prefiriendo el uso de plaguicidas que garantizan la imagen que buscan los consumidores finales, tal y como lo indica el siguiente párrafo:

Si está un bichito, así que a lo mejor no hace daño, no es patógeno ni nada. Pero pues llegó ahí es porque no se aplican plaguicidas ¿no? Entonces, cuando se aplica, no ves, pero rastro de nada, ósea, matan, matan todo (Victoria, C., Comunicación personal, 10 de julio de 2021).

En esta experiencia es posible distinguir la importancia del concepto de la estética, la cual corresponde a las características que hacen que una persona perciba a un objeto o ser humano como bello; es decir, que al observarlo viva una experiencia placentera que surge de un sentimiento subjetivo (Zhang et al., 2022). En el ámbito de la comida existen investigaciones que han sugerido que mientras más bello se percibe un alimento, se considera más sano (Hagen, 2021), sobre todo si luce más natural y representa conceptos clásicos de la estética, tales como la limpieza, claridad, organización y simetría.

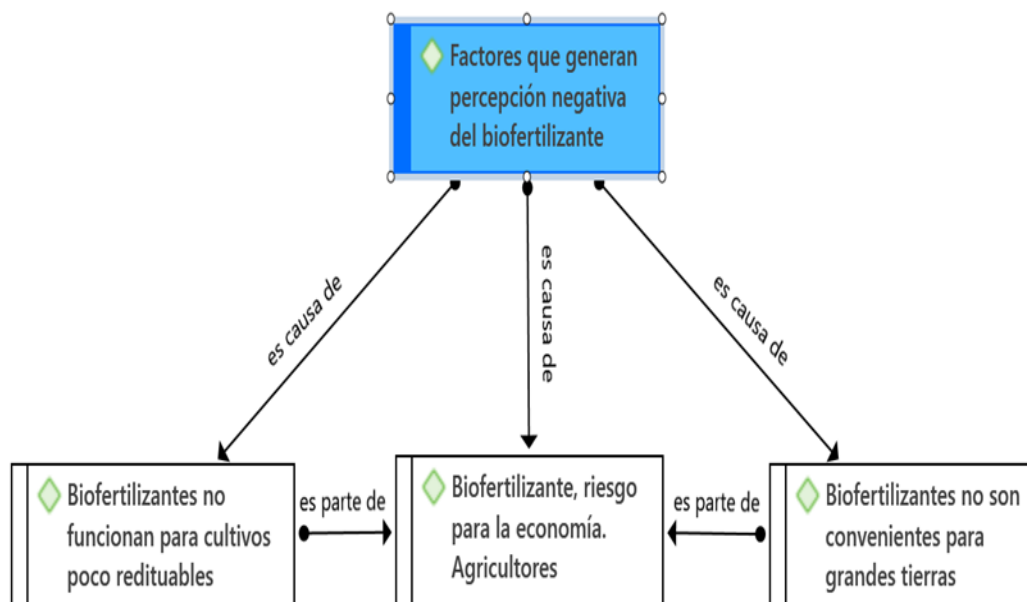
Ante esto, aunque el consumidor final esté de acuerdo en comprar productos orgánicos por su estilo de vida saludable, la realidad es que busca productos que posean una estética clásica: limpieza, claridad, simetría y sin “un bichito”, incluso si esto conlleva el uso de fertilizantes químicos. Por esta razón, Victoria remarca la necesidad de generar mayor difusión sobre la imagen de los productos tratados con biotecnológicos, aspecto que representa generar un cambio en los cánones de belleza de los alimentos.

La siguiente categoría analítica “Factores que generan percepción negativa del biofertilizante” emerge nuevamente en el caso de Victoria, ya que al igual que en el caso de Gerardo O, esta percepción es generada por la creencia que se posee del biofertilizante

como un riesgo para la economía, por lo que el agricultor no está dispuesto a arriesgar un cultivo que de por sí es poco redituable. Tal y como puede observarse en la Figura 39.

Figura 39

*Categoría analítica 2: factores que generan percepción negativa del biofertilizante*



Nota: elaboración propia

Esta percepción contradice los resultados de Huerta et al. (2019) obtuvieron con productores de Huejotzingo Puebla sobre apreciación favorable por los estiércoles e interés por abonos orgánicos procesados. Y es que es posible que el agricultor manifieste una apreciación positiva o intención de adoptar; no obstante, al momento de ejecutar el comportamiento de uso (Davis, 1989) de forma personal y sin presencia de agentes externos; rechace la innovación (Rogers, 2003), debido al temor de arriesgar su ingreso.

De esta forma, una de las principales causas de la percepción negativa es el riesgo de perder su ingreso económico frente a la innovación, en específico por la experiencia con plagas, ya que los agricultores conciben que los biofertilizantes no son mejores que los

fertilizantes químicos para controlarlas. Ante esto, es posible describir que el agricultor no percibe los atributos de la innovación, en específico la ventaja relativa (Rogers, 2003). Así lo manifiesta Victoria C.: “Si un productor que ya invirtió, lo que haya invertido, sabes a lo mejor es todo su dinero del año, y este, pues no lo va a comprometer, porque tiene a lo mejor una plaga” (Victoria C. comunicación personal, 10 de julio de 2021)

Lo anterior se complementa con la situación que viven los agricultores respecto a los productos que cultivan, ya que generan poco ingreso económico y deben esperar bastante tiempo para poder obtener ganancias. Por tanto, el agricultor no está dispuesto a adoptar una tecnología que pueda hacerle perder el ingreso que llegue a obtener. Esto se puede observar en el siguiente comentario:

Si se siembra otro tipo de cultivos, como maíz, pues la ganancia es muy bajita, a lo mejor el maíz puede estar en 4 pesos, 5 pesos, algo así ¿no? Y ya, y es un ciclo mucho más bueno, hay que esperar todo el ciclo, ósea unos cuatro meses a que ya esté y otros dos a lo mejor hasta la cosecha, es un ciclo completo el que hay que esperar para empezar a tener ganancias (Victoria C., comunicación personal, 10 de julio de 2021).

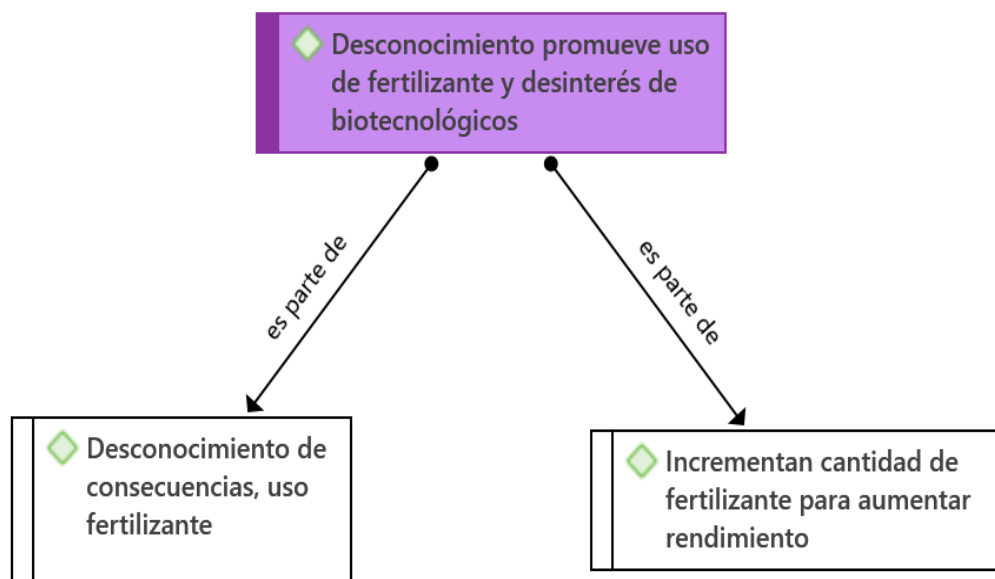
Igualmente, Victoria C. indica que un factor que genera la percepción negativa es la necesidad de tecnologías de apoyo para utilizar tecnologías sustentables, como las compostas, las cuales requieren de tecnología más especializada que permita la aplicación en terrenos de gran extensión. De ahí que la tecnología sustentable se pueda percibir como compleja (Rogers, 2003) o difícil de usar (Davis, 1989).

Así mismo, el desconocimiento del funcionamiento de los biotecnológicos promueve el desinterés por usarlos, y en sentido opuesto promueve el uso de fertilizantes químicos. De

esta manera la Figura 40 corresponde al a categoría analítica “Desconocimiento promueve uso de fertilizantes y desinterés de biotecnológicos”, la cual remarca la importancia del conocimiento sobre la innovación para motivar su uso. Rogers (2003) indica que para decidir adoptar una innovación en la etapa de conocimiento es esencial para estar consciente de su existencia y tener conocimiento sobre el proceso y principios de funcionamiento.

Figura 40

*Categoría analítica 10: desconocimiento promueve uso de fertilizantes y desinterés de biotecnológicos*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación.

Por esta razón, cuando Victoria C. manifiesta que los agricultores no han trabajado con biotecnológicos, salta a la vista que los agricultores no han tenido la oportunidad de obtener los tres tipos de conocimiento (conciencia, proceso y principios) que Rogers (2003) considera necesarios para decidir adoptar una innovación. De ahí que sigan empleando los fertilizantes químicos, de los cuales conocen su proceso y principios de funcionamiento.

En este sentido, el desconocimiento sobre la innovación es una limitante que obstaculiza la adopción de biotecnológicos, por lo que se hace evidente lo que Rogers (2033) refiere sobre la importancia de generar conocimiento para evitar juicios negativos hacia la innovación.

Así mismo, vale la pena especificar que el desconocimiento de los biológicos, a su vez es una condición que provoca que los agricultores no conciban la falta de eficacia de los fertilizantes químicos, pues desde la perspectiva de Victoria C. los agricultores siguen utilizándolos con la esperanza de obtener mayor rendimiento, tal y como menciona en la siguiente oración: “ellos desconocen y entonces, obviamente llega un punto en el que le echan y echan y echan y ya no tiene efecto” (Comunicación personal, 10 de julio de 2021).

Esto, que pudiera considerarse como falta de sentido común por parte de los agricultores, en realidad no lo es si se considera que durante años han utilizado fertilizantes químicos y no han obtenido los tres tipos de conocimientos que Rogers (2003) considera necesarios para adoptar una innovación. Por tanto, es importante remarcar que Victoria C., como especialista y estudiante de un doctorado en Biotecnología, está consciente de la situación, pero no actúa como un agente de cambio que brinde los conocimientos antes mencionados, situación que abre un área de oportunidad para el rol que deben llevar a cabo los científicos enfocados a la agrobiotecnología.

#### 4.2.1.3 Mini caso 3. Erick O., San Francisco Totimehuacan, Puebla.

Erick O. mantiene una relación estrecha con el doctor Luis Daniel Ortega de la UPAEP, lo cual influye en la percepción que posee de los atributos de la innovación, ya que advierte a las innovaciones biotecnológicas como útiles y fáciles de emplear (Davis, 1989), así

como una innovación que mejora la calidad de la tierra (ventaja relativa), y que a su vez no es tan compleja de emplear (Rogers, 2003).

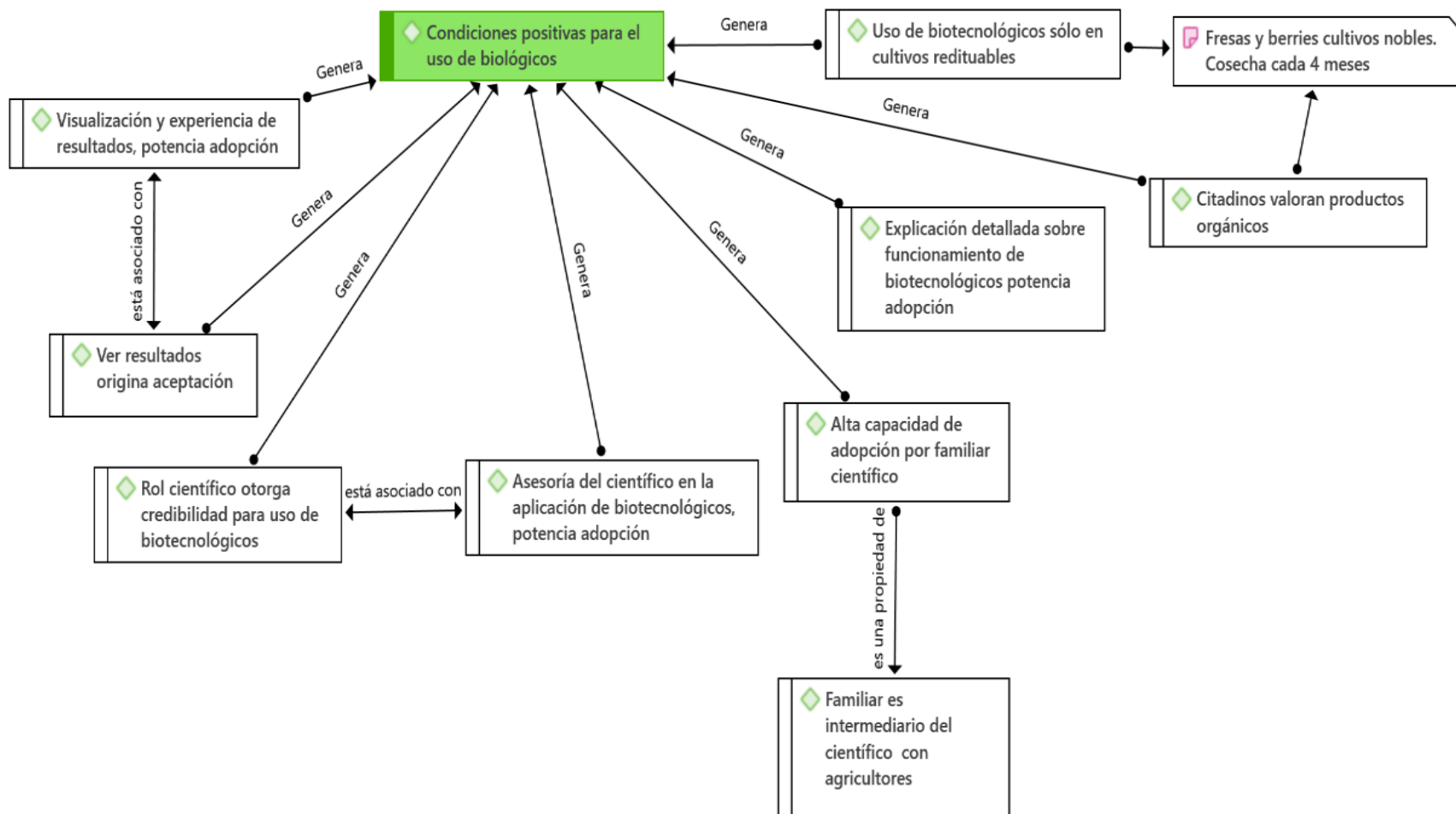
Lo anterior es resultado de la categoría analítica 1 “Condiciones positivas para uso de biotecnológicos” que puede visualizarse en la Figura 41 y que indica que Erick O. ha vivido experiencias positivas con las innovaciones biotecnológicas, debido a que su relación con el científico le permite obtener explicaciones e información detallada para comprender el funcionamiento de los biotecnológicos. Esta situación nuevamente se relaciona con los conocimientos de proceso y principios que Rogers (2003) considera fundamentales para lograr persuadir a los usuarios de adoptar una innovación. De esta forma, Erick O. al poseer un alto entendimiento y comprensión del funcionamiento de la tecnología, desarrolla una alta capacidad de adopción.

De esta forma, en el caso de Erick O. es evidente que la etapa de conocimiento que propone Rogers (2003) se cumple de tal manera, que la relación directa con el científico es pieza clave para comprender el funcionamiento de la innovación ya que, la información se explica de manera detallada, tal y como puede apreciarse en siguiente oración:

Cuando cambiamos la fórmula ¿no? por ejemplo, hay un bio-insecticida que se llama EPA. Este que es a base de aceite de una semilla. No recuerdo el nombre, pero creo que es de girasol. No estoy seguro en este momento, el nombre, pero bueno se llama EPA. Entonces, por ejemplo, él me dice compra esto, tienes que aplicar esta cantidad por tantos litros ¿No? siempre está ahí, pero poniendo el PH, el PH del agua que quede entre tal o tal. O sea, siempre hay este, pues un sustento detrás ¿No? es aplicarle, me dice, pues ponle este (Erick O., Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

Figura 41

*Categoría analítica 1: condiciones positivas para uso de biotecnológicos*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

La asesoría del científico se convierte en un detonante que genera confianza y promueve la adopción, pues a través de su rol genera credibilidad, lo cual es muestra, una vez más, de lo que Moreland y Hyland (2013) y Kassem et al. (2021) concluyeron sobre la influencia positiva en la adopción de innovaciones a partir de la participación de los científicos

Así mismo, el científico al estar en constante comunicación con el agricultor, permite que éste conozca el valor de la ciencia y la incorpore a su rutina diaria, aspecto que se relaciona con el concepto de compatibilidad que manifiesta Rogers (2003) sobre la necesidad de que la innovación sea consistente con los valores existentes del adoptante. En el caso de Erick O. sus valores refieren a su creencia y confianza en el científico, tal y como lo manifiesta en esta oración:

cuando llegan los alumnos de Daniel o él. A mí me da mucha tranquilidad, por ejemplo, cuando llegan con algún aparato o cuando ellos llegan a aplicar algo o cuando me dan algo de su laboratorio, porque sé que detrás precisamente hay una razón científica que le va a producir un bien a mi huerto (Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

El hecho de que el conocimiento científico forme parte de los valores que guían su comportamiento ante las innovaciones biotecnológicas, genera que Erick O. se convierta en una agente de cambio (Rogers, 2003), lo cual se manifiesta en el código “Familiar es intermediario del científico con agricultores”, ya que se concibe a sí mismo como portavoz del conocimiento a otros, así lo menciona en la siguiente oración:

“cuando tú les dices a los agricultores la razón por la que se va a aplicar, lo hacen de forma precisa” (Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

El papel de Erick O. como agente de cambio se manifiesta en la forma en que se comunica con los agricultores para que perciban los resultados de emplear la innovación:

La parte visual y porque yo les contaba, ¿no? y les enseñaba fotos o hasta videos. Y pues les gustaba, pero fue y digamos el momento donde dijeron lo vamos a hacer así fue cuando estuvieron ahí. Les enseñé, porque al final te digo, ellos están acostumbrados a que iban a los agroquímicos y compraban su costal de 25 kg de lo que sea, aunque ellos no supieran, pero era lo que les decían que tenían que aplicar. Y entonces, pues ellos no sabían ni que ponían, cuando yo les expliqué cómo funcionaba, como se foliaba -foliar es cuando aplicas un algún fertilizante sobre la planta. Entonces, cuando les explicaba por qué y veían, lo veíamos a los tenían este, de forma física como estaba la planta tan bonita, el fruto que da, la cantidad, porque obviamente eso también influye (Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

La oración anterior determina que tanto la asesoría como la visualización de los resultados del conocimiento científico son situaciones que Rogers (2003) denomina capacidad de prueba, ya que el agricultor es testigo del funcionamiento de la innovación. De ahí que sea posible incrementar la intención del comportamiento (Davis, 1989) y en consecuencia la adopción, tal y como lo manifiesta Erick O: “entonces cuando lo ven y les manejas de forma clara los motivos y los resultados que tendría, pues sí es mucho más accesible a que solamente se los expliques en el papel”. (Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

Por otro lado, una de las condiciones que Erick O. destaca para el uso de biotecnológicos es que estos son más convenientes de emplear en cultivos redituables, ya que menciona que es posible utilizar los biotecnológicos para las fresas y el Berry. Y es que estos productos tardan en cosecharse un promedio de cuatro meses, tiempo que permite volverlos a sembrar y cosechar en el año, además de recuperar la inversión de manera más rápida que en otro tipo de productos que sólo pueden cosecharse una vez al año.

La practicidad que encuentra Erick O. en el uso de biotecnológicos para cultivos redituables puede estar influenciada por las condiciones en las que se ubican sus cultivos en la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacan, ya que existen limitaciones de agua y espacio para sembrar a causa de la urbanización que ha imperado desde la década de 1960. Además, los productos que cultiva Erick O. no son consumidos por los miembros de la comunidad donde él se ubica, sino que son clientes “ciudadinos”, quienes sí perciben un valor en el uso de biotecnológicos, ya que los consideran orgánicos, tal y como lo menciona en el siguiente párrafo:

Si al inicio era más como una moda, esta parte de adopción de las tradiciones europeas, de Estados Unidos de productos orgánicos. La realidad es que ya cada vez está más que se empieza como a enraizar aquí en México y la gente cada vez valora más. No solamente digamos los segmentos de poder adquisitivo alto, los de poder adquisitivo medio también. De hecho, exactamente justo como dices, valoran mucho todo este proceso ( Erick O., Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

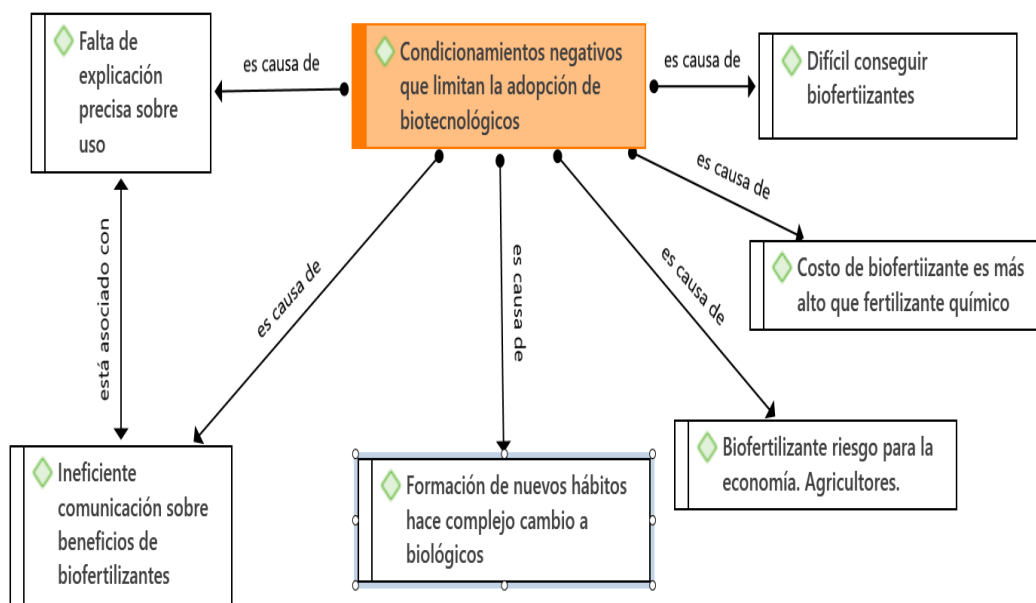
El hecho de que Erick O. indique que existe una valorización del uso de biotecnológicos, sobre todo cuando menciona “valoran mucho todo este proceso”, está directamente relacionado con el tipo de consumidores a los que está dirigiendo sus productos. En específico por su poder adquisitivo y la disponibilidad, los cuales son factores cruciales que influyen en la compra de productos orgánicos. (Gundala y Singh, 2021).

No obstante, cabe mencionar que la investigación (Lim et al., 2014; Gundala y Singh, 2021) ha demostrado que el consumo de este tipo de productos está motivado en primer lugar por la conciencia sobre el cuidado de la salud, y en segundo lugar porque fueron tratados sin el uso de fertilizantes, con bajos niveles de pesticidas y por ser amigables con el ambiente.

La siguiente categoría analítica es la 4: “Condicionamientos negativos que limitan la adopción de biotecnológicos”, que puede visualizarse en la Figura 42. En esta categoría, como en los dos mini casos anteriores, se repiten nuevamente los códigos “Biofertilizante riesgo para la economía agricultores” y “Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos”.

Figura 42

*Categoría analítica 4: condicionamientos negativos que limitan la adopción de biotecnológicos*



Nota: elaboración propia

En cuanto al código “Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos”, al igual que en los mini casos anteriores, Erick O. indica que el uso de biofertilizantes exige que el agricultor tenga más cuidado en el manejo de cantidades de acuerdo con el tipo de planta, a diferencia de los fertilizantes químicos, los cuales no requieren de tanta especificidad. Esto nuevamente se relaciona con la complejidad (Rogers, 2003) que el

agricultor puede percibir al momento de emplear la innovación, como es posible percibirlo en la siguiente oración:

El fertilizante normal lo pones ya sea en tu tinaco o en tu jagüey y ya tú almacenas el cómo lo vas a aplicar. Y el biofertilizante, muchas veces tienes que preparar en algún tinaco de 200 litros, tienes que aplicarlos digamos de forma exacta, bueno, exacta, pero vas contándole a cada planta lo que aplicas (Erik O., Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

La complejidad que existe en el uso de los biofertilizantes está relacionada con la adquisición de nuevos hábitos, como la medición de cantidades que deben ser diferentes y exactas de acuerdo con el tipo de planta. Esto sugiere que el agricultor deba realizar una personalización del uso de biofertilizante, aspecto que dista de los fertilizantes químicos, que requieren de una aplicación menos precisa. Por esta razón, la etapa de conocimiento que plantea Rogers (2003) debe ser exitosa en el potencial adoptante, para que este último tenga la oportunidad de percibir los beneficios de la innovación, ya que de lo contrario se corre el riesgo de que el agricultor no busque utilizar la innovación.

El aspecto económico nuevamente resalta en los comentarios de Erick O. sobre el riesgo que implica para el agricultor adoptar tecnologías en cultivos que son su fuente principal de ingresos, lo cual conduce a que prefiera limitarse a utilizar técnicas que le aseguren que podrá tener una producción, esto puede observarse en el siguiente párrafo:

Es muy complicado que una persona que se dedica a sembrar cosas que sea su fuente principal en un agricultor. Que tú llegues y que lo que ha hecho toda la vida de una forma que tú le digas, sabes qué, vamos a cambiar y hacer esto, no lo va a hacer porque no va a arriesgar su producción de un año, su ingreso de todo un año por ver qué podría pasar si se utiliza eso (Erick O, Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

Lo anterior también se relaciona con el concepto de sacrificios percibidos (Rivière,2017) que el agricultor genera de la innovación, ya que incluso antes de conocer su funcionamiento o intentar utilizarlo prevalece una antecede negativo, derivada del riesgo y temor a perder ingresos, lo que explica en parte la continuidad en el uso de fertilizantes químicos, los cuales representan garantía de ingreso y una experiencia que “ ha hecho toda la vida”, tal y como menciona Erick O.

El ámbito económico también brinda otra limitante para la adopción de biofertilizantes, pues el costo del biofertilizante está por encima de los fertilizantes químicos de un 10 a 15 por ciento. Aunque Erick O. indica que en los cultivos “el rendimiento no baja”, en realidad que sea más costoso implica la percepción de un sacrificio (Rivière, 2017), y que por tanto este sacrificio se constituya como una limitante para la adopción.

Otro aspecto que resalta Erick O. es que los agricultores no acceden fácilmente a los biofertilizantes, situación que es resultado de una industria que aún no se ha desarrollado lo suficiente, lo cual genera que las empresas productoras carezcan de espacios para almacenar productos a gran escala o bien no cuenten con infraestructura para transportarlos. Y es que en México la producción depende de pequeñas empresas, instituciones dedicadas a la investigación y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], además de que el país no cuenta con un organismo que regule y controle inoculantes de baja calidad (Grageda-Cabrera et al., 2012).

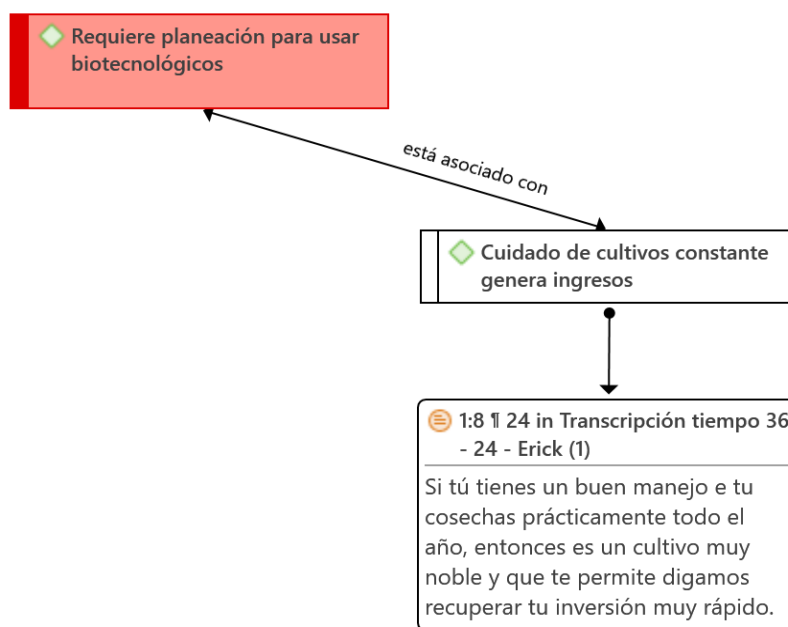
La comunicación es un tema que está presente en los códigos “Falta de explicación precisa sobre uso” e “Ineficiente comunicación sobre beneficios de biofertilizantes”. En el primero se remarca la necesidad de explicar al agricultor los beneficios y el segundo enfatiza que no ha existido una comunicación clara que permita al agricultor, comprender y conocer los beneficios, sobre todo en lo relacionado a la parte económica.

De esta forma, se puede interpretar que los agricultores con los que ha convivido Erick O. no han vivido un proceso formal de difusión de innovaciones, ya que el hecho de que exprese que no se comunican los beneficios, en sí se habla de que la etapa de conocimiento que propone Rogers (2003) para brindar información de procesos (cómo funciona) y de principios (para qué funciona) no se lleva a cabo. Tal y como lo menciona en el siguiente párrafo: si tú llegas con él, digamos, con algún producto que se tiene que aplicar, pero no les explicas para qué es eso, qué beneficios va a tener, les cuesta trabajo creerlo (Comunicación personal, 21 de agosto de 2021).

La siguiente categoría analítica es la número 5, “Requiere planeación para usar biotecnológicos”, y que puede visualizarse en la Figura 43

Figura 43

*Categoría analítica 5: requiere planeación para usar biotecnológicos*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

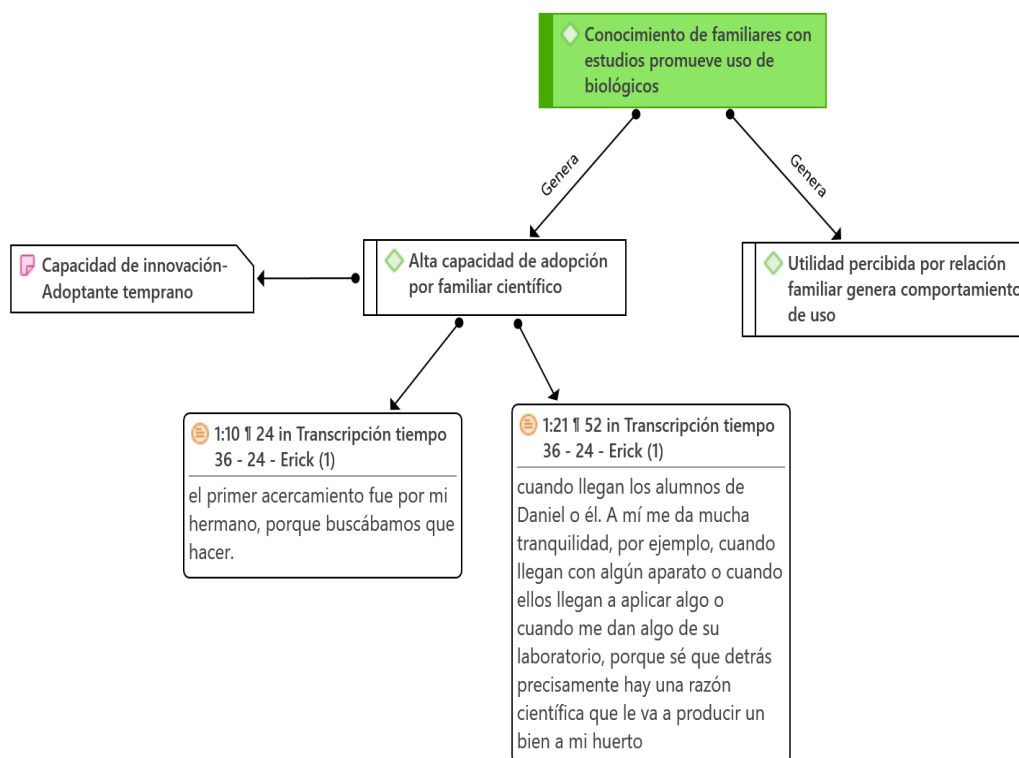
Esta categoría está integrada por un solo código “Cuidado de cultivos constante genera ingresos”, el cual indica que un buen manejo de cosecha significa que el agricultor debe

planear el uso de sus biofertilizantes, por lo que es necesario que adquiriera hábitos distintos a los que tenía con el fertilizante químico. Sólo así será posible obtener buenos ingresos. En el caso de Erick O. esta planeación está mejor conducida por su relación con el científico, quien se configura como una fuente de información para resolver dudas y brindar especificaciones.

La siguiente categoría corresponde a la número 6, “Conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biotecnológicos en la familia, la cual describe que la relación familiar es un factor para incrementar el número de adoptantes tempranos (Rogers, 2003) y conformar creencias positivas que impacten en la utilidad percibida de la innovación (Davis, 1989). Tal y como puede observarse en la Figura 44.

Figura 44

*Categoría analítica 6: conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biológicos*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación.

Los agricultores que poseen una vinculación estrecha con el científico tienen mayor oportunidad para comprender el funcionamiento de la innovación o lo que Rogers (2003), ya que de primera mano obtienen información de proceso (cómo funciona) y de principios (para qué funciona); es decir, el agricultor además de entender cómo actúa la innovación en la planta, conoce a su vez cómo es el funcionamiento de la planta misma. Además, se percibe que existe una credibilidad hacia el científico, lo cual impacta en las creencias de la innovación, incluso antes de probarla.

En este sentido, la etapa de conocimiento de la que habla Rogers (2003) se genera por el lazo familiar, donde el científico actúa como un agente de cambio y a través de una comunicación cara a cara. Así lo manifiesta Erick O.: “cuando llegan los alumnos de Daniel o él. A mí me da mucha tranquilidad (...) porque sé que detrás precisamente hay una razón científica que le va a producir un bien a mi huerto” (Comunicación personal, 21 de agosto de 2021). La experiencia previa que posee Erick O. con el científico genera una percepción mucho más positiva de la innovación, lo que le permite considerar con mayor jerarquía a los beneficios que a los sacrificios (Rivière,2017) y configurarse como un adoptante perteneciente a la mayoría temprana (Rogers,2003); es decir, sin temor a los riesgos de utilizar la innovación.

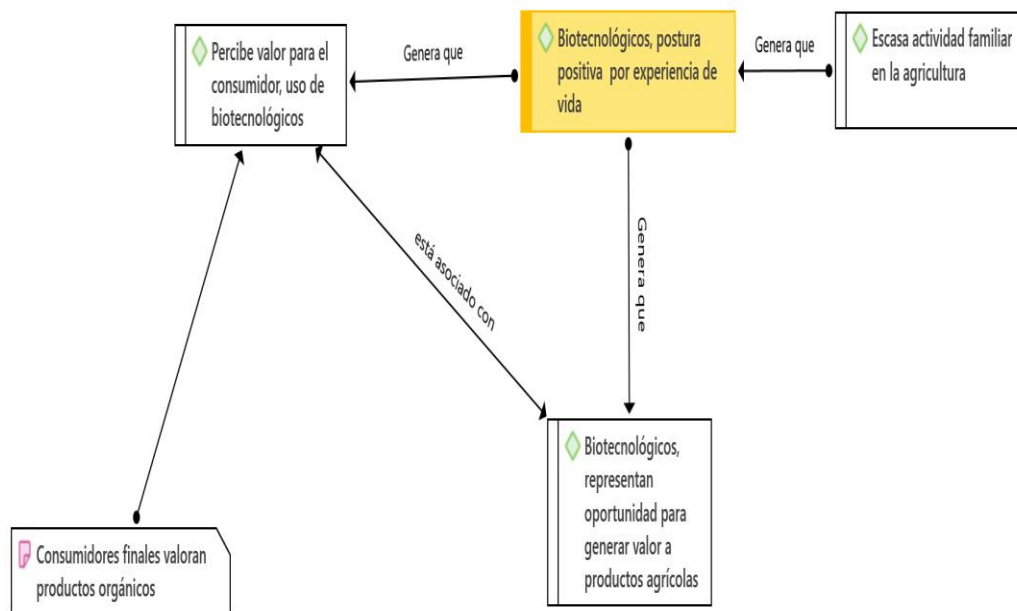
La siguiente categoría “Biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida” es la número 8, como puede observarse en la Figura 45, e indica que la agricultura no es una actividad familiar que oriente el uso de los biotecnológicos, como menciona Erick O. “no, no existe algo tan arraigado en eso, este, porque mis papás son docentes (...) pero como tal, lo fuimos adaptando” (Comunicación personal, 21 de agosto de 2021).

El hecho de que el agricultor a lo largo de su vida no haya convivido de cerca con la agricultura genera que su percepción sobre las innovaciones tenga menores prejuicios, lo

cual está ligado a lo que Rivière (2017) menciona sobre la evaluación de una innovación sin ninguna experiencia previa, ya que esto permite que al momento en que una persona entra en contacto con la innovación, prevalezca una percepción positiva.

Figura 45

*Categoría analítica 8: biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

Por esta razón, Erick O. percibe que adoptar una innovación le traerá beneficios, sobre todo ante los consumidores finales, lo cual está relacionado con los códigos “Percebe valor para consumidor, uso de biotecnológicos” y “Biotecnológicos representan oportunidad para generar valor a productos agrícolas”, en los cuales se especifica que el consumidor valora dos aspectos: la calidad y la entrega. Desde luego, esto sucede porque el segmento de mercado posee un poder adquisitivo medio alto, así lo manifiesta en esta oración “además hacen entregas a domicilio y además la fresa se la llevan a México y entonces el segmento al que digamos de clientes, que tenemos pues tienen un poder adquisitivo, digamos, medio alto¿ no?” (Erick O., Comunicación personal, 21 de agosto de 2021).

En este sentido la falta de experiencia en la agricultura y el tipo de cliente, han motivado una postura positiva hacia los biotecnológicos. Así lo expresa en la siguiente oración: “Entonces, afortunadamente a nosotros nos ha ido muy bien en la venta. Jamás hemos tenido problemas para colocar la fresa. Y una de las principales razones es por la calidad del producto que manejamos, es principalmente por eso” (Comunicación personal, 21 de agosto de 2021).

De esta forma, la evaluación de la innovación que realiza Erick O. está determinada por las experiencias positivas que ha vivido con los biotecnológicos en cuanto al conocimiento del funcionamiento y beneficios que obtiene al utilizarlos ya que, el consumidor final sí valora la calidad y sustentabilidad de los biotecnológicos.

#### 4.2.1.4 Mini caso 3. Julia O., Zacatlán, Puebla.

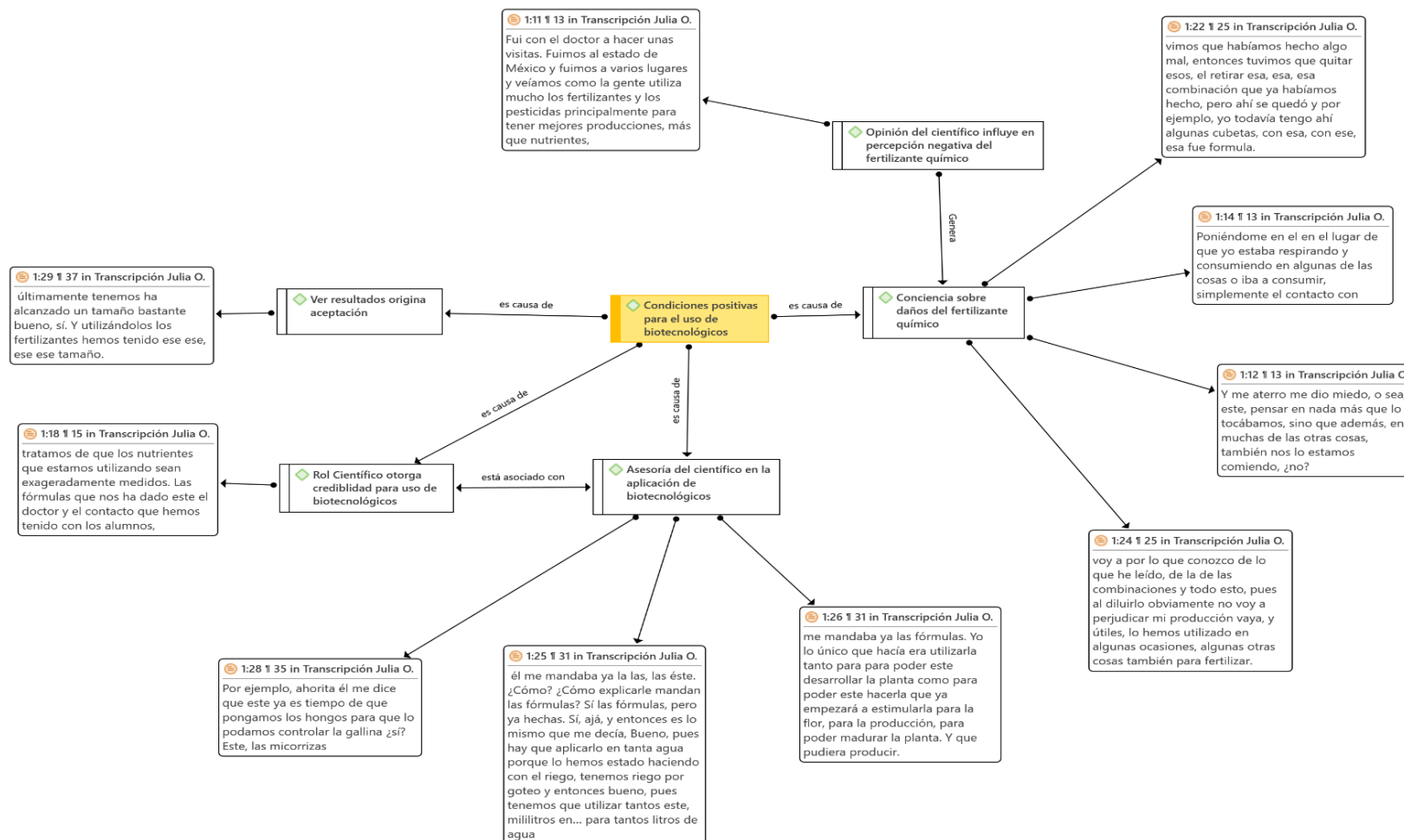
La relación de Julia O. con el doctor Luis Daniel ha permitido que posea una perspectiva positiva de los biofertilizantes, sobre todo porque a través de esta vinculación ha obtenido información de proceso y principios (Rogers, 2003), además de comprender el daño que provocan los fertilizantes químicos, lo cual forma parte de la categoría analítica 1 “Condiciones positivas para el uso de biotecnológicos”, que corresponde a la Figura 46.

En esta categoría se hace evidente que la vinculación con el científico genera las condiciones para que un agricultor utilice los biotecnológicos. En principio porque la información de procesos (cómo funciona) proviene de una fuente de información primaria (el científico), lo cual genera confianza y credibilidad. Así lo manifiesta Julia O.:

él me mandaba ya, las éste cómo, cómo explicarle, las formulas ya hechas. Entonces es lo mismo que me decía: bueno pues hay que aplicarlo en tanta agua porque lo hemos estado haciendo con el riesgo, tenemos riego por goteo, y entonces bueno, pues tenemos que utilizar tantos mililitros, para tantos litros de agua.

Figura 46

Categoría analítica 1: condiciones positivas para el uso de biotecnológicos



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

El código “Asesoría del científico en la aplicación de biotecnológicos” está relacionada con la etapa de conocimiento de Rogers (2003), debido a que el científico actúa como un líder de opinión que emplea un canal interpersonal para explicar el funcionamiento de la innovación. Así lo manifiesta Julia O.:” por ejemplo, ahorita él me dice que este ya es tiempo de que pongamos los hongos para que podamos controlar la gallina” (Comunicación Personal, 14 de mayo de 2021).

Además, la existencia de una comunicación abierta entre el científico y el adoptante genera una confianza que configura una experiencia que promueve simpatía y la intención de adoptar la innovación. Stern y Baird (2015) refieren que cultivar una relación significativa a nivel personal da como resultado una confianza por afinidad, la cual surge por sentimientos que emergen de la conexión social, experiencias compartidas, percepción de identidades compartidas o asumir una similitud en los valores.

En el caso de Julia O. esta confianza da lugar a que se siga las indicaciones que marca el científico para utilizar la innovación, lo cual puede constatarse en la siguiente cita:

Me mandaba ya las fórmulas. Yo lo único que hacía era utilizarla tanto para poder desarrollar la planta como para poder hacer que ya empezara estimular la flor, para la producción, para poder madurar la planta. Y que pudiera producir (Julia O., Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

De igual forma, esta confianza está reflejada en el código “Opinión del científico influye en percepción negativa del fertilizante químico”. Julia O. considera que los pesticidas y fertilizantes químicos no aportan nutrientes a las plantas y que sólo son empleados para incrementar la producción sin considerar el daño que puede provocarse por su uso. Esta valoración de los fertilizantes químicos se origina por la estrecha relación con el científico:

Fui con el doctor a hacer unas visitas. Fuimos al Estado de México y fuimos a varios lugares y veíamos cómo la gente utiliza mucho los fertilizantes y los pesticidas principalmente para tener mejores producciones, más que nutrientes (Julia O., Comunicación Personal, 14 de mayo de 2021).

La valoración sobre los fertilizantes químicos está determinada por la confianza que Julia O. tiene hacia el doctor Luis Daniel Ortega, puesto que la opinión que él brinda como experto, le permite no sólo comprender el daño que implica su uso, sino también poseer una conciencia sobre el impacto negativo hacia la comunidad. “Y me aterró, me dio miedo, ósea, este, pensar en nada más que lo que tocábamos, sino que además en mucha de las otras cosas también no los estamos comiendo ¿no? (Julia O., Comunicación Personal, 14 de mayo de 2021).

En esta categoría las condiciones positivas para el uso de biotecnológicos están determinadas por la relación entre el científico y la agricultora, lo cual permite que las experiencias en torno a los biotecnológicos sean percibidas como positivas, en tanto que con los fertilizantes se perciben como negativas. De esta forma, el rol del científico es fundamental para alcanzar la capacidad de prueba de la innovación (Rogers, 2003); es decir que el agricultor realmente utilice la innovación.

Por esta razón, cuando el agricultor utiliza la innovación puede cerciorarse de que funciona, tal y como lo describe el código “Ver resultados origina aceptación”. El hecho de que el agricultor pueda visualizar el crecimiento de la planta, le permite tomar una decisión para seguir adoptando la innovación. Sin embargo, también es importante puntualizar que la visualización del crecimiento de la planta igualmente es un factor que genera una confianza racional (Stern y Baird, 2015), la cual surge cuando la persona ha evaluado que los resultados de una tecnología son los mismos cada vez que la prueba, confía porque sabe

que existe un comportamiento predictivo. Así se abre paso que exista conformidad respecto a aprender y adaptarse a las innovaciones.

En contraposición a lo descrito anteriormente la categoría 4 “Condicionamientos negativos que limitan adopción de biotecnológicos” aborda los principales obstáculos que encuentra Julia O. para adoptar la innovación, tal y como puede percibirse en la Figura 47.

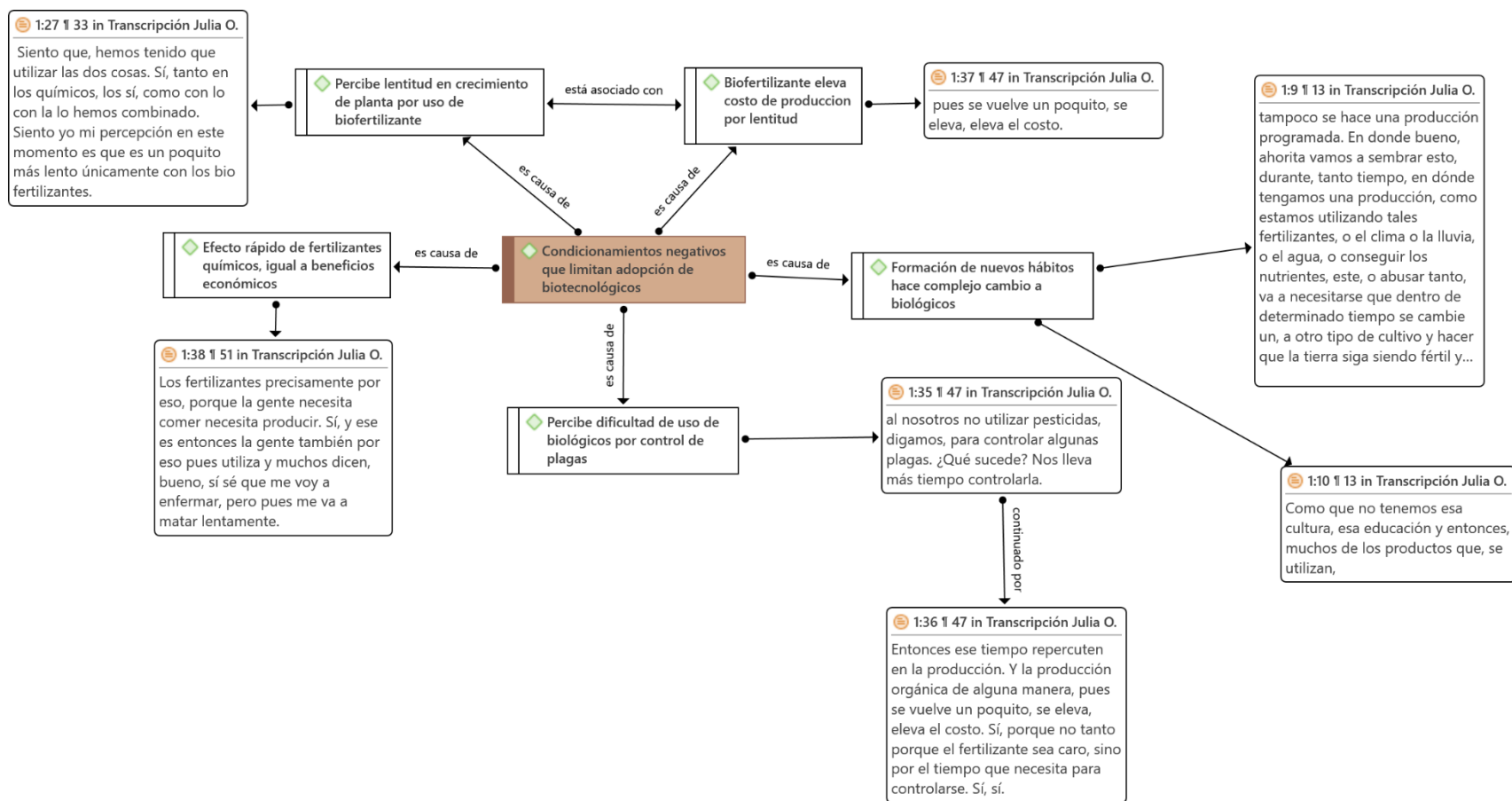
Esta categoría describe las percepciones que Julia O. posee de los agricultores y sus experiencias con los biotecnológicos. Destaca que el aspecto económico al igual que en los mini casos de Victoria y Erick O. es un condicionamiento que evita que los agricultores estén interesados o busquen adoptar un biofertilizante. Y aunque se conozcan las consecuencias negativas del uso de fertilizantes químicos, no hay una disposición para dejarlos de usar. Así lo manifiesta en la siguiente cita:

Los fertilizantes precisamente por eso, porque la gente necesita comer, necesita producir. Sí y es entonces que la gente también por eso pues utiliza y muchos dicen, bueno sí sé que me voy a enfermar, pero pues me va a matar lentamente (Julia O., Comunicación Personal, 14 de mayo de 2021).

En este punto vale la pena retomar a Martínez-Castro et al. (2020) sobre la influencia que tiene la disponibilidad de recursos económicos en la adopción de la tecnología. Julia O. menciona que los agricultores sólo consideran a los fertilizantes químicos porque no sólo significan ingreso, sino subsistencia. Esto se agudiza aún más cuando el agricultor observa que si usa un biofertilizante la planta crecerá más lento, y por tanto percibe que utilizar un biofertilizante eleva los costos de producción porque debe esperar más tiempo para obtener su producto.

Figura 47

*Categoría analítica 4: condicionamientos negativos que limitan adopción de biotecnológicos*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

En sí el uso de los fertilizantes impide que biofertilizantes sean percibidos como una mejor tecnología que los fertilizantes químicos, lo que en palabras de Rogers (2003) significa ventaja relativa o utilidad percibida en palabras de Davis (1989). Así lo demuestra Julia O.: “siento yo, mi percepción en este momento es que un poquito más lento únicamente con los biofertilizantes (Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

Otro condicionante negativo es la dificultad para usar los biotecnológicos, sobre todo porque el control de plagas se convierte en un proceso de más incertidumbre y riesgo. “Al nosotros no utilizar pesticidas digamos para controlar algunas plagas, ¿qué sucede?, nos lleva más tiempo controlarla? (Julia O., Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

De esta manera, el agricultor tampoco considera utilizar un biofertilizante porque implica que no podrá controlar eficientemente las plagas. Y esto, a su vez, involucra un incremento en los costos para la producción, ya que el factor tiempo nuevamente entra en juego: “la producción orgánica de alguna manera, pues se vuelve un poquito, se eleva el costo. Sí, porque no tanto porque el fertilizante sea caro, sino por el tiempo que necesita controlarse” (Julia O., Comunicación Personal, 14 de mayo de 2021).

De esta manera, el tiempo se convierte en un condicionante negativo que conlleva a que los biofertilizantes se perciban como menos eficientes y más costosos que los fertilizantes químicos, no tanto por el precio del producto, sino por el aumento en los costos de producción.

Otro condicionante que menciona Julia O. es la falta de una producción programada por parte de los agricultores a través del código “Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biotecnológicos”. Desde su experiencia, en la agricultura campesina no existe una cultura que permita que los agricultores definan con anticipación el tipo de siembra que realizarán en el año. Esta problemática provoca que el agricultor utilice los fertilizantes

químicos indiscriminadamente y no optar por biofertilizantes que pudieran utilizarse en épocas específicas del año.

Tampoco se hace una producción programada. En donde bueno, ahorita vamos a sembrar esto durante tanto tiempo, en donde tengamos una producción, como estamos utilizando tales fertilizantes, o el clima o la lluvia o el agua, o conseguir los nutrientes. Este, no abusar tanto. Va a necesitarse que dentro de determinado tiempo se cambie a otro tipo de cultivo y hacer que la tierra siga siendo fértil (Julia O., Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

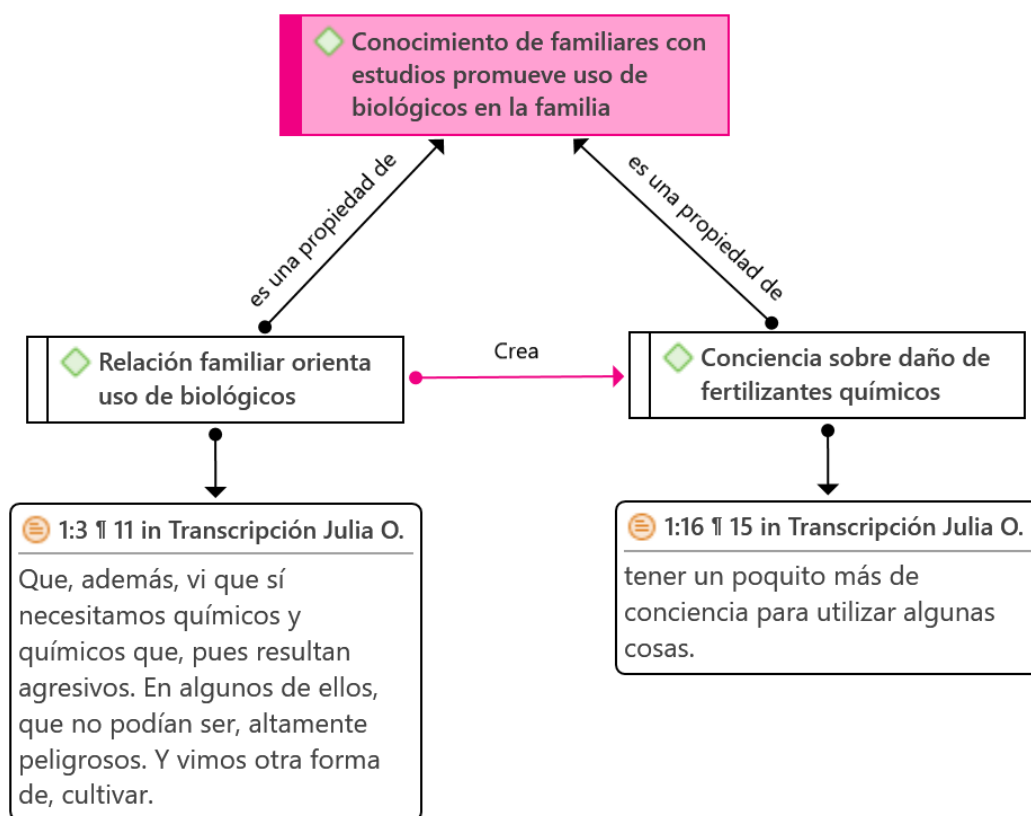
De esta forma, el uso de biofertilizantes indica que la adopción de tecnología es un tema de índole cultural, que implica establecer procesos (planeación, ejecución, resultados) y formación de nuevos hábitos para el agricultor (anticiparse, buscar información, medir tiempos de crecimiento). De ahí que la formación de procesos y hábitos deba enmarcarse en un contexto donde el agricultor no sólo actúe como espectador de la innovación, sino como un actor que observa y experimenta, tal y como lo documentan Curry et al. (2021) en un estudio de caso en pequeñas comunidades de Camerún, donde existió una gran dependencia hacia el conocimiento y prácticas del pasado al momento en que los agricultores se enfrentaron a un nuevo tipo de palma que requería ser cultivada con nuevas técnicas.

Durante la etapa de conocimiento (Rogers, 2003), los agricultores no tuvieron acceso a suficiente información sobre la innovación; es decir, no pudieron observar su funcionamiento y tampoco pudieron experimentarla, lo cual provocó que los agricultores retomaran antiguas prácticas de cultivo, aunque estas fueran obsoletas para el nuevo tipo de palma. Ante esto, la conclusión fue que la innovación puede generar bastante resistencia porque “requiere cambios fundamentales en hábitos, prácticas y valores de las personas” (p. 7).

La siguiente categoría analítica es la número 6 “Conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biológicos en la familia”, la cual indica la influencia de las experiencias con el científico para adoptar innovaciones biotecnológicas, tal y como puede visualizarse en la Figura 48.

Figura 48

*Categoría analítica 6: conocimiento de familiares con estudios promueve uso de biológicos en la familia*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

Julia O. manifiesta que el hecho de contar con un sobrino en la familia que esté involucrado en la generación de tecnologías sustentables le permite estar más abierta a aprender nuevas formas para tratar a los cultivos. La existencia de una relación personal significativa constituye una confianza por afinidad (Stern y Baird, 2015), la cual permite

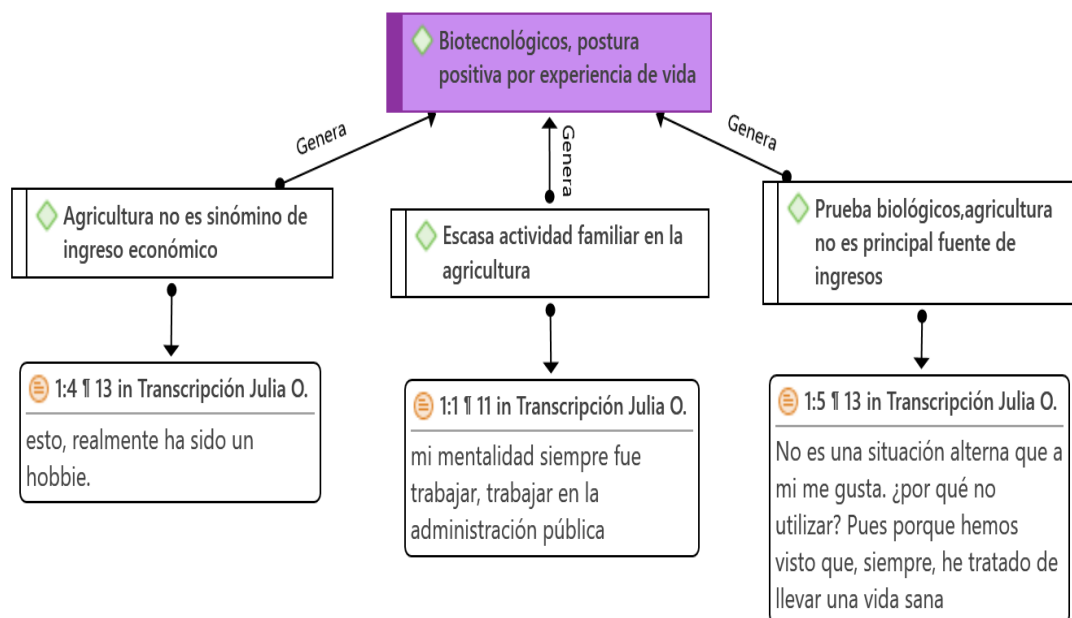
que la agricultora considere que los fertilizantes químicos son dañinos para los suelos, y por tanto la innovación biotecnológica sea más compatible con sus valores, tal y como lo manifiesta en la siguiente oración: “además vi que sí necesitábamos químicos, que pues resultan agresivos. En algunos de ellos, que no podían ser, altamente peligrosos. Y vimos otra forma de cultivar” (Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

En este sentido, la relación significativa que existe entre el científico y Julia O. conforma una experiencia que genera creencias positivas respecto a la innovación biotecnológica.

Así mismo, otra de las experiencias que determinan su postura hacia los biotecnológicos está determinada por la categoría 8 “Biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida”, la cual describe que para Julia O. la agricultura ha sido una actividad reciente, y que ha tomado más como un “hobbie”, lo cual puede observarse en la Figura 49.

Figura 49

*Categoría analítica 8: biotecnológicos, postura positiva por experiencia de vida*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

La percepción de los atributos de la innovación biotecnológica ha estado determinada por la escasa experiencia que Julia O. ha tenido con la agricultura. Y debido a que la agricultura no representa su principal ingreso y no cuenta con familiares que se hayan dedicado por generaciones; la innovación biotecnológica no representa un riesgo.

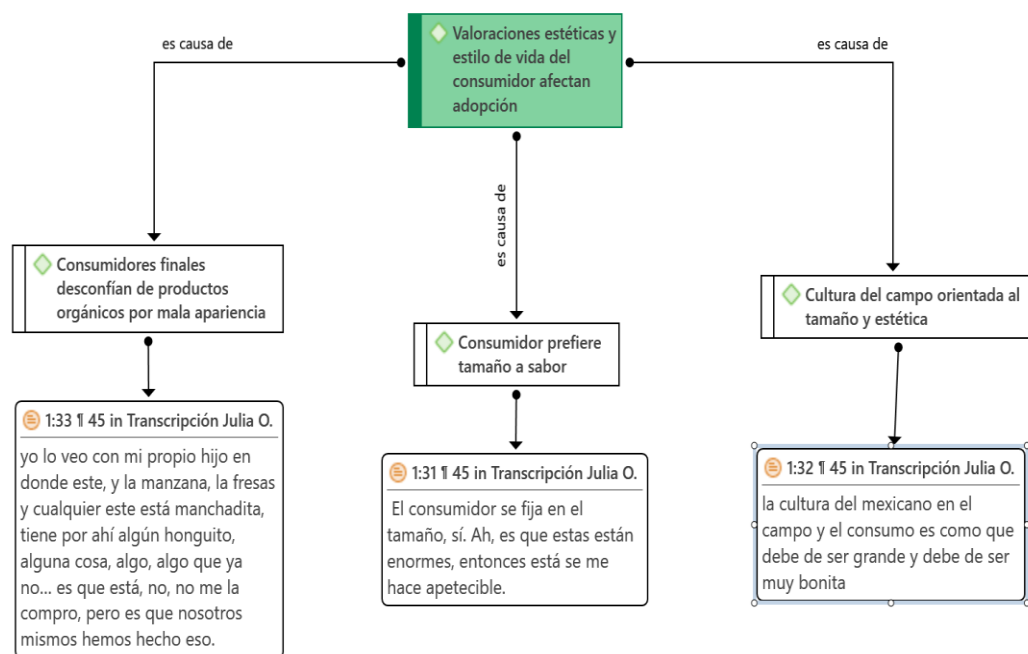
Esta situación demuestra que la adopción se produce porque no existen experiencias previas que condicionan al agricultor a percibir los sacrificios (Rivière, 2017) de emplear la innovación. Por el contrario, esta misma falta de experiencia genera que el agricultor esté más pendiente de los beneficios de la innovación, tal y como lo manifiesta Julia O. en la siguiente oración: “es una situación alterna que a mí me gusta. ¿Por qué no utilizar?” (Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

La última categoría que se hace presente en el caso de Julia O. es la correspondiente al número 9, “valoraciones estéticas y estilo de vida del consumidor afectan adopción”, y que puede observarse en la Figura 50, la cual hace referencia a la experiencia que la agricultura ha tenido con los consumidores de productos a base de biotecnológicos.

Esta categoría enfatiza que la belleza que percibe el consumidor de los alimentos se convierte en un factor que incide en la intención de usar tecnologías sustentables. El tamaño y color de los productos cultivados a base de fertilizantes químicos es diferente al de los biotecnológicos, lo cual provoca que el consumidor busque constantemente alimentos que cumplan con los estándares de belleza clásica (Zhang, 2022). Así lo manifiesta Julia O. en el siguiente párrafo: “yo lo veo con mi propio hijo en donde esté, y la manzana, la fresas y cualquier este está manchadita, tiene por ahí algún honguito, alguna cosa, algo, algo que ya no... es que está, no, no me la compro” (Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

Figura 50

*Categoría analítica 9: valoraciones estéticas y estilo de vida del consumidor afectan adopción*



Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

La conciencia sobre el efecto que poseen los biotecnológicos en la percepción del consumidor de los productos orgánicos hace referencia al estudio de Hagen (2020) sobre los factores que generan que un alimento se perciba como nutritivo. En su investigación, los participantes describieron su percepción sobre dos jitomates que en esencia estaban en buenas condiciones, pero que visualmente eran diferentes. Así detectó que al colocar un jitomate simétrico y con una forma regular, las valoraciones estaban en torno a la nutrición y calidad; situación que resultaba contraria cuando colocó un jitomate asimétrico y sin forma regular. Con esto concluyó que la estética de los alimentos influye en las valoraciones de los alimentos, y por tanto en su consumo.

De esta forma, el comentario de Julia O. sobre el hecho de que el consumidor orienta su comportamiento de compra por el tamaño del producto, refiere que los productos cultivados

con biotecnológicos presentan una desventaja ante los productos cultivados con fertilizantes químicos. Por tanto, es posible inferir que los agricultores estarán menos dispuestos a adoptar una tecnología sustentable por las valoraciones que tiene el consumidor, ya que éste preferirá comprar un producto que estéticamente cumpla con las características a la que está acostumbrado a observar.

#### 4.2.2 Conclusiones Caso 1

Una vez realizado el análisis de cada uno de los mini casos que integran el Caso 1, se establecen las principales conclusiones, las cuales contribuyen a responder la pregunta de investigación: ¿Cómo las experiencias que poseen agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala con fertilizantes químicos, plaguicidas y tecnologías encaminadas a la sustentabilidad de los cultivos orientan las oportunidades y limitantes para la adopción de innovaciones biotecnológicas en agricultores de Morelos, Puebla y Tlaxcala? Además de indicar el logro de los objetivos propuestos.

Para realizar las conclusiones se tomarán como base las categorías analíticas y códigos de cada mini caso. Los patrones en los códigos; es decir, su repetición y aparición, representan mayor peso para responder la pregunta de investigación. No obstante, también se toman en cuenta códigos que, a pesar de no aparecer frecuentemente, contienen significados que contribuyen a responder la pregunta de investigación.

### 4.2.3 Categoría analítica 1: condiciones positivas para el uso de biotecnológicos

Como puede observarse en la Figura 51, el código “Rol Científico otorga credibilidad para uso de biotecnológicos” emerge en tres de los mini casos.

Figura 51

*Códigos emergentes que integran la categoría analítica 1*

Códificación abierta (Strauss y Corbín, 1990) o Nivel 1 de codificación (Yin, 2016)					
Categoría Analítica (Strauss y Corbín, 1990) o Nivel de codificación 2 (Yin, 2016)		Gerardo	Victoria	Erik	Julia
No.					
1	Condiciones positivas para el uso de biotecnológicos	Uso de biotecnológicos sólo en cultivos redituables		Uso de biotecnológicos sólo en cultivos redituables	
		Uso de biotecnológicos sólo para prevención de plagas			
		Experiencias compartidas entre agricultores permite identificar biológicos efectivos			
		Relación padre-hijos orientan uso de biológicos			
		Elige biotecnológicos cuando estrategias del padre funcionan			
		Uso de biotecnológicos cuando trabajadores están diario en cultivos			
			Rol Científico otorga credibilidad para uso de biotecnológicos	Rol Científico otorga credibilidad para uso de biotecnológicos	Rol Científico otorga credibilidad para uso de biotecnológicos
			Ver resultados origina aceptación	Ver resultados origina aceptación	Ver resultados origina aceptación
				Visualización y experiencia de resultados potencia adopción	
				Asesoría del científico en la aplicación de biotecnológicos	Asesoría del científico en la aplicación de biotecnológicos
				Explicación detallada sobre funcionamiento de biotecnológicos potencia adopción	
				Familiar es intermediario científico con agricultores	
				Ciudadinos valoran productos orgánicos	
			Conciencia sobre daños del fertilizante químico		

Esto indica que, desde la experiencia de los agricultores, la presencia del científico representa certeza, credibilidad y confianza, debido a que otorga información detallada y frecuente. De esta forma, el rol del científico es fundamental en la etapa de conocimiento que plantea Rogers (2003), debido a que brinda elementos para comprender el

funcionamiento de la adopción a través de brindar conocimientos de proceso (cómo funciona la innovación) y de principios (para qué funciona)

De esta forma, se sugiere que una experiencia fundamental para orientar la adopción de innovaciones es la participación del científico en el proceso de difusión, específicamente en la etapa de conocimiento (Rogers, 2003). Sobre todo, porque permite generar creencias positivas sobre la innovación, lo cual promueve una percepción de utilidad y facilidad de uso (Davis, 1989) o bien una ventaja relativa y menor complejidad (Rogers, 2003). La literatura (Moreland y Hyland, 2013) ha indicado que la comunicación entre científicos y agricultores es más efectiva para persuadir a un agricultor de adoptar una innovación, que la ejercida por los extensionistas.

Así mismo, la experiencia con el científico orienta la capacidad de prueba (Rogers, 2003), la cual permite que el agricultor compruebe que la innovación funciona. En este punto, la constante retroalimentación entre el científico y el agricultor se configura como una experiencia que brinda certeza al agricultor sobre el uso de biotecnológicos, además de generar una relación significativa que da paso a la conformación de una confianza por afinidad (Stern y Baird, 2015), la cual abre las puertas para conformar una compatibilidad (Rogers, 2003) de valores.

El código anteriormente descrito está relacionado con el código “Asesoría del científico en la aplicación de biotecnológicos”, el cual se repite en dos de los mini casos, ya que la constante información durante el proceso de adopción se convierte en un elemento que brinda certeza de los resultados que obtendrá el agricultor por utilizar la innovación, lo cual confirma lo que Kasseem et al. (2021) concluyeron sobre la influencia positiva en la adopción de innovación a partir de la participación de los científicos. Una muestra de esta experiencia la manifiesta Erick. O. en la siguiente oración:

Cuando llegan los alumnos de Daniel o él. A mí me da mucha tranquilidad, por ejemplo, cuando llegan con algún aparato o cuando ellos legan a aplicar algo o cuando me dan aolgo de su laboratorio, porque sé que detrás precisamente hay una razón científica que le va a producir bien a mi huerto (Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

Otro código que emerge en tres de los mini casos es el correspondiente a “Ver resultados origina aceptación”, tanto Erick O., Victoria C. y Julia O. refieren que cuando un agricultor visualiza el crecimiento de la planta, se logra percibir la utilidad de la innovación (Davis, 1989) y su usabilidad (Rogers, 2003). Y cuando esta experiencia se repite constantemente, se conforma una confianza racional (Stern y Baird), ya que el agricultor evalúa por anticipado que los resultados de la innovación serán los mismos cada vez que se utilice.

Finalmente, uno de los códigos que se repite en dos de los mini casos es el correspondiente a "Uso de biotecnológicos sólo en cultivos redituables" indica que los agricultores consideran que la adopción de un biotecnológico es valiosa para cultivos que representan un elevado ingreso económico y que cosechará más de una vez. De esta forma, la experiencia que indican los agricultores de emplear biotecnológicos en cultivos que tendrán más de una cosecha, orienta la adopción de biotecnológicos de manera positiva, ya que perciben que podrán recuperar su inversión, no sólo monetaria sino de tiempo.

Un código que no se repite en los mini casos, pero que resulta fundamental como experiencia que orienta la adopción de innovaciones es el correspondiente a “Elige biotecnológicos cuando experiencias del padre no funcionan”, ya que visibiliza un factor ambiental (Weinert, 2022) como el contexto cultural y social que influye en la adopción de la innovación.

En este sentido el padre representa, por una parte, a los agricultores que resisten el uso de innovaciones por persistir en la tradición y experiencias del pasado, y por otra la

autoridad y liderazgo dentro del sistema social. De esta forma, tomar en cuenta el conocimiento que posee el agricultor de mayor edad y combinarlo con el conocimiento que posee el hijo, a partir del uso de tecnologías sustentables y su educación, resulta una experiencia que debe fomentarse para orientar la adopción de innovaciones biotecnológicas en la agricultura campesina.

#### 4.2.3 Categoría analítica 2: factores que generan percepción negativa del biofertilizante

En esta categoría, que puede observarse en la Figura 52, el código “Biofertilizante, riesgo para la economía. Agricultores” emerge en dos de los mini casos y describe que una experiencia que orienta el rechazo de la adopción de las innovaciones biotecnológicas corresponde a la frecuencia de las cosechas de los productos.

Figura 52

*Códigos emergentes que integran la categoría analítica 2*

Códificación abierta (Strauss y Corbin, 1990) o Nivel 1 de codificación (Yin, 2016)					
Categoría Analítica (Strauss y Corbin, 1990) o Nivel de codificación 2 (Yin, 2016)		Gerardo	Victoria	Erik	Julia
No.					
2	Factores que generan percepción negativa del biofertilizante	Biofertilizante riesgo para la economía. Agricultores	Biofertilizante riesgo para la economía. Agricultores		
		Biofertilizantes no funcionan para cultivos poco redituables	Biofertilizantes no funcionan para cultivos poco redituables		
			Biofertilizantes no son convenientes para grandes tierras		

Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

Tanto en los casos de Gerardo J y de Victoria C. los agricultores sólo cosechan una vez al año productos como el maíz, frijol o sorgo, por lo que no están dispuestos a perder la única cosecha que pueden obtener en el año, lo cual es muestra de los que el CIMMYT Economics Program (1993) ha referido sobre el hecho de que los agricultores con menores

ingresos son los menos propensos al riesgo de adoptar una innovación. Así lo manifiesta Gerardo J.: “el frijol tarda 4 meses, el haba 6... ¿Te imaginas esperar 6 meses estar trabajando para que nada más recojas una vez? pues como que no” (Comunicación Personal, 25 de mayo de 2021).

Lo anterior indica que las creencias (Davis, 1989) que poseen los agricultores de la innovación están definidas por el riesgo e incertidumbre; es decir, los agricultores en lugar de percibir los beneficios de la innovación perciben con mayor intensidad los sacrificios (Rivière, 2017) que implicaría adoptarla. Tal y como se observa en el siguiente párrafo: “me decían que no podían arriesgarse porque ellos sí, dependen totalmente del campo. Y desgraciadamente, pues sus cultivos no se prestan para invertir tanto” (Gerardo J., Comunicación Personal, 25 de mayo de 2021).

De igual forma, el código “Biofertilizantes no funcionan para cultivos poco redituables” es una experiencia en suma interesante sobre el valor que otorga el consumidor final de los productos como el maíz, frijol y sorgo, correspondientes los casos de Gerardo J. y Victoria C., ya que indica que un agricultor no tendrá la intención de adoptar (Davis, 1989) una innovación, aunque perciba su utilidad o compruebe su capacidad de prueba (Rogers, 2003), debido a que el consumidor final no brindará una mejor valoración al producto agrícola por ser cultivado de manera sustentable.

#### 4.2.4 Categoría analítica 3: falta de valoración del consumidor final

Relacionada con la categoría anterior, se decidió desarrollarla de manera independiente por los amplios significados y experiencias que aporta para responder la pregunta de investigación. Y Aunque no se identifica un patrón de códigos, como puede observarse en la Figura 53, aporta una experiencia fundamental para comprender que los agricultores más allá de percibir la utilidad y facilidad de uso de la innovación (Davis,

1989), así como conocer su funcionamiento y principios (Rogers, 2003), rechazan la adopción porque el producto agrícola al que aplicarían la innovación en sí no representa un valor para el consumidor.

Figura 53

*Códigos emergentes que integran la categoría analítica 3*

Códificación abierta (Strauss y Corbin, 1990) o Nivel 1 de codificación (Yin, 2016)					
Categoría Analítica (Strauss y Corbin, 1990) o Nivel de codificación 2 (Yin, 2016)		Gerardo	Victoria	Erik	Julia
No.					
3	Falta de valoración del consumidor final	Consumidor final decide compra por costo, aunque aprecia biofertilizante			
		Cultivos para clientes ganaderos no requiere uso de biológicos			

Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

Finalmente, el maíz, frijol y sorgo son *commodities*; es decir, productos de primera necesidad que no poseen diferenciación ni valor agregado, así lo manifiesta Gerardo J.:

el consumidor quiere precio, quiere que se lo des barato. Entonces ahí es un golpe fuerte, porque imagínate, no sé inviertes 3 millones y que luego tu producto lo vendas en 15 pesos, ni de chiste te sale la inversión” (Comunicación personal, 25 de mayo de 2021).

De esta forma, un hallazgo que surge de esta categoría sugiere que cultivar *commodities* condiciona el rechazo de la innovación y limita la oportunidad para establecer una etapa de conocimiento en la que el agricultor comprenda el funcionamiento y principios de la innovación (Rogers, 2003). Por esta razón, es preciso seguir la sugerencia de Stanton et al. (2010) sobre la necesidad de transformar a los *commodities* en productos de valor para el consumidor final a través de marcas que actúen como símbolos de confianza entre el productor y el consumidor.

#### 4.2.4 Categoría analítica 4: condicionamientos negativos que limitan adopción de biotecnológicos

En la Figura 54 se puede visualizar que esta categoría se caracteriza por integrar una gran variedad de códigos que delinean las experiencias que orientan el rechazo de la adopción de innovaciones biotecnológicas.

Figura 54

*Códigos emergentes que integran la categoría analítica 4*

Códificación abierta (Strauss y Corbin, 1990) o Nivel 1 de codificación (Yin, 2016)						
Categoría Analítica (Strauss y Corbin, 1990) o Nivel de codificación 2 (Yin, 2016)		Gerardo	Victoria	Erik	Julia	
No.						
4	Condicionamientos negativos que limitan adopción de biotecnológicos	Percibe dificultad de uso de biológicos para control de plagas			Percibe dificultad de uso de biológicos para control de plagas	
		Planea uso de biotecnológicos porque conoce comportamiento de plagas				
		Usar biológicos es complejo por variaciones en las estaciones del año				
		Biofertilizante riesgo para la economía. Agricultores	Biofertilizante riesgo para la economía. Agricultores	Biofertilizante riesgo para la economía. Agricultores		
		Cultivos para clientes ganaderos no requiere uso de biológicos				
		Sin interés en uso de biológicos por falta de certificación				
		Inversión en tecnología alta significa aumentar procesos				
		Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos	Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos	Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos	Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos	
		Desconocimiento de biotecnológicos provoca desinterés de uso	Desconocimiento de biotecnológicos provoca desinterés de uso			
		Microempresarios generan imagen negativa de biotecnológicos por falta de explicación sobre uso				
		Microempresarios y spinof generan imagen negativa de biológicos por falta de efectividad				
			Efecto rápido de fertilizantes químicos, igual a beneficios económicos		Efecto rápido de fertilizantes químicos, igual a beneficios económicos	
			Gobierno brinda apoyo para uso de fertilizantes químicos			
			Uso de biotecnológicos requiere planeación			
			Autoproducción de biotecnológicos, sinónimo de gasto			
				Falta de explicación precisa sobre uso		
				Costo biofertilizante es más alto que fertilizante químico		
		Difícil conseguir biofertilizante				
		Ineficiente comunicación sobre beneficios de biofertilizantes				
			Percibe lentitud en crecimiento de planta por uso de biofertilizante			
			Biofertilizante eleva costo de producción por lentitud			

Nota: elaboración propia con información de la presente investigación

El código con mayor peso dentro de esta categoría corresponde a “Biofertilizantes riesgo para la economía. Agricultores”, el cual también está presente en la categoría 2 “Factores que generan percepción negativa del biofertilizante”. El hecho de que este código esté presente en dos categorías sugiere que, en la experiencia de los agricultores, el riesgo es una creencia sobre la pérdida del ingreso orienta el rechazo de la innovación.

Nuevamente, esto se relaciona con el hecho de que los agricultores cultivan productos que sólo pueden cosecharse una o en ocasiones dos veces al año, lo cual orienta el rechazo de una nueva tecnología. El temor de perder el ingreso económico es un sacrificio (Rivière, 2017) que se percibe incluso antes de conocer (Rogers, 2003) cómo funciona y para qué sirve la innovación.

De esta forma, se sugiere que los agricultores no adoptan la innovación por la creencia (Davis, 1989) de perder el ingreso económico, sobre todo para los agricultores que producen en esencia frijol, maíz y sorgo. Como se ha mencionado anteriormente los consumidores no perciben valor en estos productos, debido a que no esperan recibir calidad por el precio al que los adquieren (Zeithmal, 1988).

El contexto en el que se suscita estas experiencias es también un factor que limita la adopción, más si se considera que la mayoría de la población ocupada en los casos de Huejotzingo y San Francisco Totimehuacan, Puebla, obtiene muy baja remuneración o insuficiente para satisfacer las necesidades básicas de alimentación (ONU HABITAT, 2018).

Otro código que emerge con mayor fuerza en esta categoría es “Formación de nuevos hábitos hace complejo cambio a biológicos”, la cual se relaciona con el código “Percibe dificultad de uso de biológicos para control de plagas”, así como “Uso de biotecnológicos requiere planeación”. Los tres códigos indican que los agricultores deben invertir mayor

tiempo y cuidado con los biotecnológicos. En principio porque el agricultor percibe mayor complejidad (Rogers, 2003). A diferencia de los fertilizantes químicos, la medición y cantidad a emplear de biofertilizantes varía de acuerdo con el tipo de planta, lo que implica realizar una personalización del uso de biofertilizante. Así que, además de un sacrificio económico, se origina un sacrificio de aprendizaje (Rivière, 2017), tal y como lo manifiesta Erick. O.:

El fertilizante normal lo pones, ya sea en tu tinaco o en tu jagüey, y ya tu almacenas el cómo lo vas a aplicar. Y el biofertilizante, muchas veces tienes que preparar en algún tinaco de 200 litros, tienes que aplicarlos digamos de forma exacta, bueno exacta, pero vas contándole a cada planta lo que aplicas (Comunicación personal, 17 de agosto de 2021).

Así mismo, la adopción de la tecnología se constituye como un proceso de índole cultural, pues implica que los agricultores deban programar su producción (planear, ejecutar, evaluar resultados) y formar nuevos hábitos (anticiparse, buscar información, medir tiempos de crecimiento). Julia O. lo indica en el siguiente párrafo:

Tampoco se hace una producción programada. En donde bueno, ahorita vamos a sembrar esto, durante tanto tiempo, en dónde tengamos una producción como estamos utilizando tales fertilizantes, o el clima o la lluvia o el agua, o conseguir los nutrientes, ste o abusar tanto, va a necesitarse que dentro de determinado tiempo se cambie a otro tipo de cultivo (Comunicación personal, 14 de mayor de 2021).

La formación de nuevos hábitos impacta en la percepción de la complejidad de la innovación (Rogers,2003) o también denominada facilidad percibida de uso (Davis, 1989). Curry et al. (2021) han indicado que los cambios en hábitos y prácticas agrícolas pueden generar resistencia a la innovación, y que en consecuencia se se retomen las técnicas del pasado (uso de fertilizantes). Esto se hace más contundente si en la etapa de conocimiento

(Rogers, 2003) el agricultor no obtiene suficiente información y acompañamiento para saber cómo funciona y para qué funciona.

En este sentido Erick J. y Julia O. remarcan la complejidad que experimentan los agricultores cuando utilizan un biotecnológico sobre todo cuando buscan controlar una plaga, ya que usar una tecnología sustentable se convierte en una experiencia de riesgo, incertidumbre e inversión de tiempo: “Al nosotros no utilizar pesticidas, digamos para controlar algunas plagas, ¿qué sucede? Nos lleva más tiempo controlarla” (Julia O., Comunicación personal, 14 de mayo de 2021).

De esta manera, los fertilizantes químicos se configuran como un rival sumamente fuerte para la adopción de biofertilizantes, porque su uso requiere de mayor inversión de tiempo para el crecimiento y control de plagas, lo cual se traduce en costos para el agricultor, quien busca obtener su cosecha en el menor tiempo posible.

Un código que no se repite en los casos, pero que resulta importante de considerar es



## **Bibliografía**

Abraham, C., Junglas, I., Watson, R., Boudreau, M-C. (Diciembre,2009). *Studying the Role of Human Nature in Technology Acceptance*. Comunicación presentada en The International Conference of Information Systems, Phoenix, Arizona.

<https://aisel.aisnet.org/icis2009/130>

Aguilar, C. (5 de mayo de 2022). *Puebla, segundo estado con mayor producción de rosas en México*. Municipios. [https://municipiospuebla.mx/nota/2022-05-](https://municipiospuebla.mx/nota/2022-05-05/puebla/puebla-segundo-estado-con-mayor-producci%C3%B3n-de-rosas-en-m%C3%A9xico)

[05/puebla/puebla-segundo-estado-con-mayor-producci%C3%B3n-de-rosas-en-m%C3%A9xico](https://municipiospuebla.mx/nota/2022-05-05/puebla/puebla-segundo-estado-con-mayor-producci%C3%B3n-de-rosas-en-m%C3%A9xico)

Ajibade, P. (2018). Technology Acceptance Model Limitations and Criticisms: Exploring the Practical Applications and Use in Technology-related Studies, Mixed-method, and Qualitative Researches. *Library Philosophy and Practice*

<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5294&context=libphilprac>

Akudugu, M. , Guo, E., y Dadzie, S. K. (2012). Adoption of modern agricultural production technologies by farm households in Ghana: What factors influence their decisions. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2(3), 1-13.

Ajzen, I., y Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. NJ: Prentice-Hall.

Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 50 (1), 179-211

Ajzen, I. (2019). *Behavioral Interventions Based on the Theory of Planned Behavior*.

<http://people.umass.edu/aizen/pdf/tpb.intervention.pdf>

- Alambaigi, A. y Ahangari, I. (2016). Technology Acceptance Model (TAM) As a Predictor Model for Explaining Agricultural Experts Behavior in Acceptance of ICT. International Journal of Agricultural Management and Development. 6 (2), 235-247
- Alwang, J., Norton, G.,Larochelle, C.(2019) Obstacles to Widespread Diffusion of IPM in Developing Countries: Lessons From the Field. Journal of Pest Management, 10 (1), 1-8. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz008>
- Amaro-Rosales, M. y de Gortari-Rabiela, R. (2016). Innovación inclusiva en el sector agrícola mexicano: los productores de café en Veracruz. Economía Informa. 400 (1). 86-104. Recuperado de: <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/400/06AmaroGortari.pdf>
- Amin, K., y Li, J., (2014). Applying Farmer Technology Acceptance Model to Understand Farmer's Behavior Intention to use ICT Based Microfinance Platform: A Comparative analysis between Bangladesh and China.
- Ang, C., Ramayah, T., y Amin, H. (2015). A theory of planned behavior perspective on hiring Malaysians with disabilities. Equality, Diversity and Inclusion: An International Journal, 34(3), 186-200
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. The Review of Economic Studies, 29 (3), 155-173.
- Atlixco (s.f.). ATLIXCO. COMPROMETIDO CON EL BIEN COMÚN. AYUNTAMIENTO 2018.2021. <https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2020/Atlixco.pdf>
- Atieno, M., Hermann, L.,Nguyen, H., Phan, H., Nguyen, N., Srean, P., Than, M., Zhiyong, R., Tittabutr, P., Shutsrirung, A., Bräu, L. y Lesueur, D. (2020). Assessment of

biofertilizer use of sustainable agriculture in the Great Mekong Region. *Journal of Environmental Management*, 275 (1), 1-9.

Astill, G. (2 de marzo de 2020). *Food Loss: Why Food Stays On the Farm or Off the Market*. US DEPARTMENT OF AGRICULTURE.

<https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2020/march/food-loss-why-food-stays-on-the-farm-or-off-the-market/>

Avello, R., Rodríguez, M., Rodríguez, P., Sosa, D., Companioni, B. y Rodríguez, L.

(2019). ¿Por qué enunciar las limitaciones del estudio? *Medisur*, 17 (1), 10-12.

Baalen, P., Fenema, P., y Loebbecke, C. (2016). Extending the Social Construction of Technology (SCOT) Framework to the Digital World. Ponencia presentada en International Conference Information Systems (ICIS, 2016), Dublin, Ireland

Bandura, A. (1999). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Asian Journal of Social Psychology*, 2 (1), 21-41

Banco Mundial (16 de septiembre de 2019). La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial. [Comunicado de prensa].

<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>

Baranowski, T., Perry, L. y Parcel, S. (2002). How individuals, environments, and health behavior interact: social cognitive theory. En *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*. San Francisco, CA : John Wiley & Sons

- Barber, J. (2012). The Theory of Planned Behaviour: considering drives, proximity and dynamics. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4578721/>
- Barnes, AP., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, AT., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T., y Gomez-Barbero, M. (2018). Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. *Environmental Science and Policy*, 93 (1), 66 - 74.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.014>
- Bayer, J. y Melone, N.(1989). A Critique of Diffusion Theory as a Managerial Framework for Understanding Adoption of Software Engineering Innovations. *Journal of Systems and Software* 9 (1), 161-166
- Bejarano, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México en F. Bejarano (Coord.). *Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México* (pp. 13-117). Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A.C. <https://www.rapam.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>
- Bijker, W., Hughes, T., y Pinch, T. (1987). *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge: MIT Press.
- Bucchi, M. (2004). *Science and Society. An introduction to social studies of science*. New York: Routledge
- Bueno, U., Zwicker, R., y Aparecido, M. (2004) Um estudo comparativo do modelo de aceitação de tecnologia aplicado em sistemas de informações e comércio eletrônico. Comunicación presentada en 1º CONTECSI Congresso Internacional de Gestão de Tecnologia e Sistemas de Informação, São Paulo, Brasil

- Branscomb, L. (2001). Technological Innovation. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 1 (1), 15498-15502
- Brück, J.(2006). Fragmentation, Personhood and the Social Construction of Technology in Middle and Late Bronze Age Britain. *Cambridge Archaeological Journal*, 16, pp 297-315
- Burns, T., Machado, N., Corte, U. (2015a). The sociology of creativity: Part I: Theory: The social mechanisms of innovation and creative developments in selectivity environments. *Human Systems Management*, 34(3), 179-199.
- Burns, T, Corte, U., y Machado, N. (2015b). The sociology of creativity: Part II: Applications: The sociocultural contexts and conditions of the production of novelty. *Human Systems Management*, 34(4), 263-286.
- Burr, V. y Dick, P. (2017). Social Constructionism en *The Palgrave Handbook of Critical Social Psychology*. (59-89). London: Palgrave Macmillan
- Calderón, O. (mayo 2006). *Inserción laboral de migrantes tlaxcaltecas en México y Estados Unidos*. [Presentación Paper]. V Congreso Nacional AMET 2006. Trabajo y Reestructuración: Los Retos del Nuevo Siglo. Oaxtepec, Morelos.  
<http://www2.izt.uam.mx/amet/vcongreso/webamet/indicedemesa/ponencias/MESA5/Calderonm5.pdf>
- Canal 80 (14 de febrero de 2022). *Se entrega fertilizante para apoyar el campo atlixquense*. Canal 80. <http://canal80.mx/se-entrega-fertilizante-para-apoyar-el-campo-atlixquense/>
- Celik, I., Sahin, I., y Aydin, M. (2014). Reliability and Validity Study of the Mobile Learning Adoption Scale Developed Based on the Diffusion of Innovations Theory.

International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 2(4).  
300-316

Ceballos- Herrera, F. (2009). El informe de investigación con estudio de casos. *magis*,  
Revista Internacional de Investigación en Educación, 2 (1), 413-423.

Cerda, H. (1991). Los elementos de la investigación: Cómo reconocerlos, diseñarlos y  
construirlos. El Búho

CIMMYT Economics Program (1993). The adoption of agricultural technology: a guide for  
survey design. CIMMYT. [Documento PDF].

[https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/895/42412.pdf?sequence=1&  
isAllowed=y](https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/895/42412.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

COFECE (2015). Reporte sobre las condiciones de competencia en el sector agroalimentario.  
[https://www.cofece.mx/reporte-sobre-las-condiciones-de-competencia-en-el-sector-  
agroalimentario-2/](https://www.cofece.mx/reporte-sobre-las-condiciones-de-competencia-en-el-sector-agroalimentario-2/)

Collas, L. (2018). *Decision-Making in Agriculture: Why Do Farmers decide to adopt a new  
practice?*. (Tesis de Maestría). Brock University.  
<https://dr.library.brocku.ca/handle/10464/13587>

Creswell, J. y Creswell, J. (2018). Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed  
Methods Approaches. (5a. Ed.). SAGE

Curry, G., Nake, S., Koczberski, G., Oswald, M., Rafflegeau, S., Lummani, J., y Nailina,  
R. (2021). Disruptive innovation in agriculture: Socio-cultural factors in  
technology adoption in the developing world. *Journal of Rural Studies*. 88 (1), 422-  
431. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.07.022>

- Dadayan L., Ferro E. (2005) When Technology Meets the Mind: A Comparative Study of the Technology Acceptance Model. En Electronic Government. EGOV 2005. Lecture Notes in Computer Science, vol 3591. Springer: Berlin, Heidelberg. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/11545156\\_13#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/11545156_13#citeas)
- DataMÉXICO (s.f.). *Atlixco. Municipio de Puebla* en Secretaría de Economía y Datawheel. Recuperado el 24 de mayo de 2022. <https://datamexico.org/es/profile/geo/atlixco>
- DataMÉXICO (s.f.). *Huejotzingo. Municipio de Puebla* en Secretaría de Economía y Datawheel. Recuperado el 18 de mayo de 2022. <https://datamexico.org/es/profile/geo/huejotzingo>
- David, P. (1975). Technical Choice Innovation and Economic Growth. Cambridge University Press.
- Davis, F. (1989) Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, 13 (3), 319-340.
- Davis, F., Bagozzi, R. y Warshaw, P. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35 (8), 982-1003
- Dearing, J. y Singhal, A. (2020). New directions for diffusion of innovations research: Dissemination, implementation, and positive deviance. *Human Behaviour & Emerging Technology*, 2 (1), 307-313. <https://doi.org/10.1002/hbe2.216>
- Degante, G. (6 de abril de 2022). MST: campesinos aplicarán fertilizantes más baratos que reducirán la producción de maíz. *La Jornada de Oriente*. <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/tlaxcala/mst-campesinos-aplicaran-fertilizantes-mas-baratos-que-reduciran-produccion-de-maiz/>
- DiCcco-Bloom, B. y Cratbree, B. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, 40 (1), 314-321.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>

Dimara, E. y Skuras, D. (2003). Adoption of agricultural innovations as a two-stage partial observability process. *Agricultural Economics*, 28 (3), 187-196

Dunphy, S. y Herbig, P. (1995). Acceptance of Innovations: The Customer is the Key!. *The Journal of High Technology Management Research*, 6 (2). 193-209.

Edwards-Schachter, M. (2018). The nature and variety of innovation. *International Journal of Innovation Studies*. 2 (1), 65-79.

Edwards-Schachter, M. (2016). Challenges for firms' collaborative innovation in the innovation babel tower en *Handbook of research on driving competitive advantage through lean and disruptive innovation US: IGI Global*

Elle, M., Dammann, S., Lentsch, J., Y Hansen, K. (2010). Learning from the social construction of environmental indicators: From the retrospective to the pro-active use of SCOT in technology development. *Building and Environment*, 45(1), 135-142.

Fagerberg, J. (2006). Innovation: A Guide to the Literature en *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

FAO (2009). DECLARATION OF THE WORLD SUMMIT ON FOOD SECURITY.

<https://www.mofa.go.jp/policy/economy/fishery/wsfs0911-2.pdf>

FAO (2017). FAOSTAT. Plaguicidas Uso. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RP>

FAO (2019). Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1193735/>

FAO (2020). AGP-Integrated Pest Management.

<http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/ipm/en/>

FAOSTAT (2021). Fertilizers by product. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFB>

Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison- Wesley.

<https://people.umass.edu/aizen/f&a1975.html>

Fishbein, M. (2008). Reasoned Action, Theory en *The International Encyclopedia of Communication* (pp.1-4). USA: John Wiley & Sons.

Folorunso, O. y Ogunseye, S. (2008). Applying an enhanced technology acceptance model to knowledge management in agricultural extension services. *Data Science Journal*, 7 (1), 31-45.

Freeman, C. (1974). *The economics of industrial innovation*. Harmondsworth: Penguin Books.

GAO (1990) *Case Study Evaluations*. United States General Accounting Office.

Recuperado de: <https://www.gao.gov/assets/pemd-10.1.9.pdf>

García-Salazar, J., Borja-Bravo, M., y Rodríguez-Licea, G. (2018). Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción. *Interciencia*, 43 (7), 505-510

Gilly, M. C., & Zeithaml, V. A. (1985). The elderly consumer and adoption of technologies. *Journal of consumer research*, 12 (1), 353-357.

Gobierno del Estado de Puebla (2019). *Desarrollo Regional Estratégico*. Región 3-Zacatlán.

[https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0\\_ProRegionales%2003%20Zacatlan.pdf](https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2003%20Zacatlan.pdf)

Gobierno del Estado de Puebla (3 de junio de 2020). *Plan de Desarrollo Municipal de Huejotzingo, Puebla, 2018-2021*. [Archivo PDF]. Normatividad Municipal.

<https://ojp.puebla.gob.mx/legislaciondelestado?catid=98>

Gobierno de Puebla (s.f.). *Plan Municipal de Desarrollo de Atlixco* en Planes Municipales de Desarrollo 2021-2024. Recuperado el 24 de mayo de 2022.

<https://planeader.puebla.gob.mx/pagina/PlanesMunicipales.html>

Gobierno Municipal de Huejotzingo (s.f.). Sustentabilidad y desarrollo sostenible, estrategia del gobierno de Angélica Alvarado para el cuidado del medio ambiente.

[http://huejotzingo.gob.mx/p/sustentabilidad\\_y\\_desarrollo\\_sostenible\\_estrategia\\_del\\_gobierno\\_de\\_angelica\\_alvarado\\_para\\_el\\_cuidado\\_del\\_medio\\_ambiente](http://huejotzingo.gob.mx/p/sustentabilidad_y_desarrollo_sostenible_estrategia_del_gobierno_de_angelica_alvarado_para_el_cuidado_del_medio_ambiente)

Gobierno Municipal. (2021). Plan Municipal de Desarrollo Zacatlán 2021-

2024.[Documento PDF]. <https://zacatlan.gob.mx/PMD-ZAC-2021-2024.pdf>

Goldsmith, R. y Foxall, G. (2003). The Measurement of Innovativeness en The International Handbook of Innovation. Oxford: Elsevier Science.

Govender, D. y Govender, I. (2014). Technology Adoption: A Different Perspective in a Developing Country. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*. 116 (1), 2198-2204.

Green, R.,Argarwal, R. Logue, D. (2015). Innovation en *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences- 2<sup>nd</sup> Edition*. London: Elsevier Health Sciences

Guzmán-Gómez, E. y León-López, A. (2014). Peculiaridades campesinas del Morelos Rural. *Economía, Sociedad y Territorio*, 44 (14), 175-200.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212014000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212014000100007)

Gundala, R. y Singh, A. (2021). What motivates consumers to buy organic foods? Results of an empirical study in the United States. *PLoS ONE*, 16 (3)

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257288>

- Hagen, L. (2020). Pretty Healthy Food: How and When Aesthetics Enhance Perceived Healthiness. *Journal of Marketing*, 85 (2), 1-17.  
<https://doi.org/10.1177/0022242920944384>
- Hillmer U. (2009) Existing Theories Considering Technology Adoption en Technology Acceptance in Mechatronics. Germany: Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8375-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8375-6_3)
- Hernández, G. (2017). El uso del suelo en la zona Huejotzingo-San Buenaventura Nealtican, Puebla. *Investigaciones Geográficas*, (1).  
<https://doi.org/10.14350/rig.59183>
- Hurtado de Barrera (2012). Metodología de la investigación. Guía para una comprensión holística de la ciencia. Ediciones Quirón
- IICA (2014). Valor agregado en los productos de origen agropecuario. Aspectos conceptuales y operativos. [Documento PDF].  
<http://repiica.iica.int/docs/B3327e/B3327e.pdf>
- Intiaz, A. y Maarop, N. (2014). A Review of Technology Acceptance Studies in the Field of Education. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 69 (2), 27-32.
- International Society of Precision Agriculture. (2018). Association seeks definitive definition of “precision agriculture”-What’s your vote?  
<https://www.precisionag.com/events/association-seeks-definitive-definition-of-precision-agriculture-whats-your-vote/>
- Jamaluddin, N. (2013). Adoption of e-commerce practices among the Indian farmers, a survey of Trichy District in the State of Tamilnadu, India. *Procedia Economics and Finance*. 7 (1), 140-149

- Jayasooriya, H. y Aheeyar, M. (2016). Adoption and factors affecting on adoption of integrated pest management among vegetable farmers in Sri Lanka. *Procedia Food Science*, 6 (1), 208-212. Recuperado de:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.052>
- Jiménez-Barbosa, W., De la Portilla, E., Basante, A., Zúñiga, L., Zambrano, D., Rojas, J., y Delgado, R. (2019). Relevo generacional para la continuidad de producción cafetera familiar en el municipio de Albán, Nariño-Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 10 (1), 67-92.  
<https://www.redalyc.org/journal/4978/497860840005/html/>
- Jodan, J. (2011). La innovación: una revisión teórica desde la perspectiva de marketing. *PERSPECTIVAS*. 27 (1), 47-71.
- Jokonya, O. (2017). Critical Literature Review of Theory of Planned Behavior in the Information Systems Research. Comunicación presentada en 2nd International Conference on Advances in Management Engineering and Information Technology, Shanghai, China.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/880c/ca08d3c945f88aecf2976011ed142e459aa9.pdf>
- Jokonya, O. (2015) Validating Technology Acceptance Model (TAM) during IT adoption in organizations. Comunicación presentada en 7th IEEE Conference Cloud Computing Technology and Science, Vancouver, Canadá. Recuperado de  
<https://www.computer.org/csdl/proceedingsarticle/cloudcom/2015/9560a509/12OmNqGRGrF>

- Kabbiri, R., Dora, M., Kumar, V., Elepu, G., Gellynck, X. (2018). Mobile phone adoption in agri-food sector: are farmers in Sub-Saharan Africa connected?. *Technology Forecast Society*, 131 (1), 253-261.
- Kassem, H., Alotaibi, B., Aldosri, F. y Muddasir, M. (2021). Exploring the Relationship between Information-Seeking Behavior and Adoption of Biofertilizers among Onion Farmers. *Agronomy*, 11 (1258), 1-17.
- Kerlinger, F. y Lee, H. (2002) (4a. Ed.) *Investigación del Comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales*. Mc Graw Hill.
- Khan, S. (2017). *Consumer Innovation Adoption Stages and Determinants (Working Paper No. 2017/03)*. Recuperado de: <https://ssrn.com/abstract=2934916>
- Kim, Y. y Crowston, K. (2011). *Technology Adoption and Use Theory Review for Studying Scientist's Continued Use of Cyber-infrastructure*. Comunicación presentada en the Association of Information Science and Technology ASIST 2011, New Orleans, LA, US. <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/journal/23739231>
- Koul, S, y Eydgahi, A. (2017). A systematic review of technology adoption frameworks and their applications. *Journal of technology management & innovation*, 12(4), 106-113
- Kyriacou, M., Roupahel, Y., Colla, G., Zrenner, R. y Schwarz, D. (2017). Vegetable Grafting: The Implications of a Growing Agronomic Imperative for Vegetable Fruit Quality and Nutritive Value. *Front. Plant Sci.* 8 (1), 1-23
- Lai, PC. (2017). The Literature Review of Technology Adoption Models and Theories for the Novelty Technology. *Journal of Information Systems and Technology Management*. 14 (1), 21-38.
- Leeuwis, C. y Aarts, N. (2021). Rethinking Adoption and Diffusion as a Collective Social Process: Towards an International Perspective en H. Campos (Ed). *The*

Innovation Revolution in Agriculture. Springer.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-50991-0.pdf>

Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2021. Cámara de Diputados del

Honorable Congreso de la Unión.

[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIF\\_2021\\_251120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIF_2021_251120.pdf)

Li, L. (2010). A critical review of technology acceptance literature. *Grambling State University, 19*

[http://www.swdsi.org/swdsi2010/sw2010\\_preceedings/papers/pa104.pdf](http://www.swdsi.org/swdsi2010/sw2010_preceedings/papers/pa104.pdf)

Li, Y., y Lindner, J. R. (2007). Faculty adoption behavior about web-based distance education: a case study from China Agricultural University. *British Journal of Educational Technology, 38*(1), 83-94.

Li, Y., y Sui, M. (2011). Literature Analysis of Innovation Diffusion. *Technology and Investment, 2* (1), 155-162. Recuperado de: <https://www.scirp.org/journal/ti/>

Lim, W, Yong, J., Suryadi, K. (2014). Consumers' Perceived Value and Willingness to Purchase Organic Food. *Journal of Global Marketing, 27* (5), 298-307.

<https://doi.org/10.1080/08911762.2014.931501>

Lin, F., Fofanah, S. y Liang, D. (2011). Assessing citizen adoption of e-Government initiatives in Gambia: A validation of the technology acceptance model in information systems success. *Government Information Quarterly, 28*(2), 271-279.

Liska, A. (1984). A critical examination of the causal structure of the Fishbein/Ajzen model. *Social Psychology Quarterly, 47* (1), 61-74.

- Lyytinen, K. y Damsgaard, J. (2017). What's wrong with the Diffusion Innovation Theory? en *Diffusing Software Product and Process Innovations*. TDIT 2001. IFIP — The International Federation for Information Processing, Boston: Springer
- López-Bonilla, L. y López-Bonilla, J. (2011). Los modelos de adopción de tecnologías de la información desde el paradigma actitudinal. *Cadernos EBAPE.BR*. 1 (10). 176-196.
- MacKenzie, D. y Wajcman, J. (1999.) Introductory essay: the social shaping of technology en *The social shaping of technology. 2nd ed.*, Buckingham: Open University Press
- Martin, B.(2016). Twenty challenges for innovation studies. *Science and Public Policy*, 43(3), 432-450.
- Martínez-Castro, C., Ríos-Castillo, M. y Castillo- Leal, M. (2019). La revolución verde y sus consecuencias socioeconómicas en la agricultura mexicana. *Ra Ximbai*, 15 (2), 101-116.
- Martínez-Castro, C., Ramírez-Seañez, A. y Marina-Clemente, J. (2020). Factores socioeconómicos y nivel de adopción tecnológica en unidades de producción de piña en Loma Bonita, Oaxaca, México. *Investigación y Ciencia*, 28 (80), 71-79. <https://www.redalyc.org/journal/674/67464474008/html/>
- Martín del Campo, J. (14 de octubre de 2020). *Punto de acuerdo por el que se exhorta a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural a crear un programa de inversión en infraestructura y maquinaria nueva para el sector rural, enfocado principalmente al sector agroalimentario del país, en el que participen los tres órdenes de gobierno para lograr la tecnificación del campo.*

GACETA:LXIV/3PPO32/112302 [Documento PDF]

[.https://www.senado.gob.mx/64/gaceta\\_del\\_senado/documento/112302](https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/112302)

Michels, M., Bonke, V., Musshoff, O. (2019). Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management. *Journal of Dairy Science*, 102 (10), 9422-9434

Miles, M., Huberman, A. y Saldaña, J. (2020). *Qualitative data analysis: Methods sourcebook* (4a ed.). Sage.

Mimiaga, J., Reisner, L., Reilly, L., Soroudi, N. y Safren, A. (2009). Individual interventions en HIV Prevention, 203–239. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374235-3.X0001-5>

Miniard, L. y Cohen, J. (1981). An examination of the Fishbein behavioral intentions model's concept and measures. *Journal of Experimental Social Psychology*, 17 (1), 309–329.

Miranda M., Farias J., de Araújo, C., y de Almeida J. (2016) Technology adoption in diffusion of innovations perspective: introduction of an ERP system in a non-profit organization. *RAI Revista de Administração e Inovação*. 13(1), 48–57.  
<https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.02.002>

Misbah, Z., Gulikers, J., Maulana, R. y Mulder, M. (2015) Teacher interpersonal behaviour and student motivation in compete-based vocational education: Evidence from Indonesia. *Teaching and Teacher Education*. 30 (1), 79-89

Mendieta, A. (2015). *Diseños de investigación. El coaching metodológico como estrategia*. Ediciones la Biblioteca.

Mendieta, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina*, 17 (30). 1148-1150. <https://www.redalyc.org/pdf/2390/239035878001.pdf>

Moreland, H. y Hyland, P. (2013). Improving communication and increasing adoption of innovations in the beef industry. *Journal of Science Communication* 12 (2), 1-17.

- Moore, G. (1995). *Insight the tornado: Marketing strategies from Silicon Valley's cutting edge*. New York: HarperCollins Publishers.
- Moore, G. (1999). *Crossing the Chasm: Marketing and selling technology products to mainstream customers*. Rev. edn, New York: HarperCollins Publishers
- Mottaleb, K. (2018). Perception and adoption of a new agricultural technology: Evidence from a developing country. *Technology in Society*, 55 (1), 126-135
- Nelson, R., y Winter, S. (1977). Search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6(1), 36-76.
- Ninan, A. (2008). Gandhi's technoscience: sustainability and technology as themes of politics. *Sustainable Development*, 17(3), 183-196
- Nordin, S., Noor, S., y Saad, M. (2014). Innovation Diffusion of New Technologies in the Malaysian Paddy Fertilizer Industry. *Procedia- Social Behavioral Sciences*, 109 (1), 768-778
- OFICIALÍA MAYOR DE GOBIERNO (2022). Ayuntamiento de Hueyotlipan, Tlaxcala 2021-2024-Plan de Desarrollo Municipal.  
<https://periodico.tlaxcala.gob.mx/index.php/indice-2022>
- Okuda, M. y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*. 34 (1), 118-124.
- Olano, M. (18 de febrero de 2020). *El "ultimo campesino" de San Francisco Totimehuacan*. La Campiña. <https://revistalacampiña.mx/2020/02/18/el-ultimo-campesino-de-san-francisco-totimehuacan/>
- Oliveira, T y Martins, M. (2011). Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 14 (1), 110- 121

ONU (2020). Agricultural technology for sustainable development: resolution/adopted by the General Assembly. [Documento PDF].

<https://digitallibrary.un.org/record/3848632>

ONU (7 de mayo de 2021). *Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios 2021*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/food-systems-summit-2021/>

ONUHABITAT (2018). ÍNDICE BÁSICO DE LAS CIUDADES PRÓSPERAS.

HUEJOTZINGO. [Documento PDF].

[https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2015/21074\\_Huejotzingo.pdf](https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2015/21074_Huejotzingo.pdf)

Organization for Economic Co-operation and Development (2015). The innovation imperative: Contributing to productivity, growth and WellBeing. Paris: OECD Publishing.

Oslo Manual. (1992). The measurement of scientific and technological activities. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

<http://www.oecd.org/science/inno/2367580.pdf>.

Oslo Manual. (1997). OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data and Oslo Manual. Paris: OECD.

Park, N., Rhoads, M., Hou, J., Lee, K. (2014). Understanding the acceptance of teleconferencing systems among employees: An extension of the technology acceptance model. *Computers in Human Behavior*, 39 (1), 118-127

Pappa, I., y Iliopoulos, C., Massouras, T. (2018). What determines the acceptance and use of electronic traceability systems in agri-food supply chains? *Journal of Rural Studies*, 58 (1), 123-135.

Pautisan, M. y Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop Farmers. *Precision Agriculture*, 18(5), 701–716

- Pavlou, A. y Fygenson, M. (2006). Understanding and predicting electronic commerce adoption: An extension of the theory of planned behavior. *MIS Quarterly*, 30(1), 115-143.
- Pérez, M. y Terrón, M. (2004). La Teoría de la Difusión de la Innovación y su Aplicación al estudio de la Adopción de Recursos Electrónicos por los Investigadores en la Universidad de Extremadura. *Revista Española de Docencia Científica*, 27 (3), 308-329
- Pinch, T., y Bijker, W. (1984). The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit each other. *Social Studies of Science*.14(3), 399-441
- Puebla (s.f.). Plan municipal de desarrollo 2021-2024.  
[https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2021/Puebla\\_PMD\\_2021-2024.pdf](https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2021/Puebla_PMD_2021-2024.pdf)
- Redacción Intolerancia (2019). Entregan 169 toneladas de fertilizantes a productores en Zacatlán, *Intolerancia*.  
<https://intoleranciadiario.com/articles/municipios/2019/06/27/950792-entregan-169-toneladas-de-fertilizantes-a-productores-en-zacatlan.html>
- Reyes, L. (2007). La teoría de la acción razonada: implicaciones para el estudio de las actitudes. *Investigación Educativa Duranguense*. 7 (1), 66-77
- Rezaei, R., Safa, L. Ganjkanloo, M. (2020). Understanding farmers' ecological conservation behavior regarding the use of integrated pest management- an application of the technology acceptance model. *Global Ecology and Conservation*. 22(1), 1-18.

- Rivière, A. (2017). Toward a model of perceived value of innovation: The key role of perceived benefits ahead of the adoption process. *Recherche et Applications en Marketing*, 30 (1), 5-27. <https://doi.org/10.1177/2051570714560317>
- Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropofísico. *Cuicuilco*, 18 (52), 39-49.  
<https://www.redalyc.org/pdf/351/35124304004.pdf>
- Rodríguez, C., Escamilla, C., Ríos, M., López, M. y López, B. (2020). Competitividad y asimilación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en pequeños productores de agricultura protegida en Guanajuato, México. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3).  
<http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1499>
- Rogers, E. (2001). Evolution: Diffusion of Innovations. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. 1 (1), 4982-4986
- Rogers, E. (2002). Diffusion of preventive innovations. *Addictive Behaviors*, 27 (1), 989-993. <http://www.sietmanagement.fr/wp-content/uploads/2017/05/Rogers2002.pdf>
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations* (5a Ed.). New York: Free Press.
- Sahin, I. (2006). Detailed Review of Rogers' Diffusion of Innovations Theory and Educational Technology-Related Studies based on Rogers' Theory. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 5(2).  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1102473.pdf>
- Salimi, M., Pourdarbani, R., Asgarnezhad, B. (2020). Factors affecting the adoption of agricultural automation using Davi's Acceptance Model (Case Study: Ardabil). *Acta Rechnerologica Agriculturae*, 1 (1), 30-39

- Sánchez, K. y Saldaña, A. (2019). Movilidades rurales y trabajo agrícola en Morelos en el siglo XXI. *Textual*, 74 (1). 245-277. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2018.74.06>
- Sarver, T. (1983). Ajzen and Fishbein's Theory of Reasoned Action. A critical Assessment. *Journal for the Theory of Social Behaviour*. 13 (2), 155-164
- Saul, S. y Rosenberg N. (1984). Inside the Black Box: Technology and Economics. *The Economic Journal*, 94 (373), 179
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (27 de abril de 2022). *A nivel nacional, Morelos ocupa el lugar 25 en volumen agropecuario y pesquero*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-se-produce-en-morelos>
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario (s.f.). Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Acuícola de Morelos 2013-2018 [Documento PDF]. [http://www.transparenciamorelos.mx/sites/default/files/18\\_PROGRAMA%20DE%20DESARROLLO%20AGROPECUARIO\\_0.pdf](http://www.transparenciamorelos.mx/sites/default/files/18_PROGRAMA%20DE%20DESARROLLO%20AGROPECUARIO_0.pdf)
- Servicio de Información Agroalimentaria (2020). Estadística de la Producción Agrícola de 2020. [http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos\\_a.php](http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (16 de noviembre de 2017), *Atlixco, Puebla: compartiendo su paisaje con el volcán Popocatepetl*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/siap/articulos/atlixco-puebla-compartiendo-su-paisaje-con-el-volcan-popocatepetl>
- Shachak, A., Kuziemy, C., Petersen, C., (2019). Beyond TAM and UTAUT: Future directions for HIT implementation research, *Journal of Biomedical Informatics*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103315>
- Sharif, N. (2004). Contributions from the sociology of technology to the study of innovation systems. *Knowledge, Technology & Policy*, 17 (3-4), 83-105

- Schumpeter, J., (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press
- Sillar, W., 1996. The dead and the drying: techniques for transforming people and things in the Andes. *Journal of Material Culture* 1(1). 259–89
- Silva, P. y Dias, G. (2007). Theories about technology acceptance: Why the users accept or reject the information technology?. *Brazilian Journal of Information Science*, 1 (2), 69-86.
- Silva, A., Canavari, M., Sidali, K. (2017). A Technology Acceptance Model of common bean growers' intention to adopt Integrated Production in the Brazilian Central Region. *Journal of Land Management, Food and Environment*, 68 (3), 131,143.
- Sohn, K., & Kwon, O. (2020). Technology Acceptance Theories and Factors Influencing Artificial Intelligence-based Intelligent Products. *Telematics and Informatics*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736585319308160>
- Stake, R. (2006). *Multiple Case Study Analysis*. Guildford Publications.
- Stake, R. (2010). *Investigación con estudio de casos* (5a. Ed.). Ediciones Morata.
- Stake, R. (2013). Estudios de casos cualitativos en N. Denzin y Y. Lincoln (Comps.), *Estrategias de investigación cualitativa* (Vol. 3, pp. 154-197). Gedisa
- Stenberg, J. (2017). A Conceptual Framework for Integrated Pest Management. *Trends in Plant Science*. 22 (9), 759-769
- Stern, M. y Baird, T. (2015). Trust ecology and the resilience of natural resource management institutions. *Ecology and Society*, 20 (2), <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07248-200214>
- Succi, M. y Walter, Z. (1999). *Theory of User Acceptance of Information Technologies: An Examination of Health Care Professionals*. Comunicación presentada en 32<sup>nd</sup>

Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, Estados Unidos.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/773013>

Surr, C., Sass, C., Drury, M., Burnley, N., Dennison, A., Burden, S. y Oyeboode, J. (2019).

A collective case study of the features of impactful dementia training for care home staff. *BMC Geriatrics*, 19 (175).

<https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-019-1186-z>

Surry, D., y Baker, F. (2016). The co- dependent relationship of technology and communities. *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 13-28

Taherdoost, H. (2018). A review of technology acceptance and adoption models and theories. *Procedia Manufacturing* 22 (1), 960-967.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.137>

Tey, Y. y Brindal, M. (2012). Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: A review for policy implication. *Precision Agriculture*, 13 (1), 713-730

Thompson, N., Bir, C., Widmar, D., y Mintert, J. (2019). Farmer Perceptions of Precision Agriculture Technology Benefits. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 51(1), 142-163.

Trafimow, D. (2009). The Theory of Reasoned Action. *Theory & Psychology*. 19 (4), 501-518.

Veblen, T. (1919). *The Place of Science in Modern Civilization and Other Essays*. B.W.

Hubebsch. <https://archive.org/details/placeofsciencein00vebl/page/n5/mode/2up>

Vecchio, Y., Agnusdei, G., Miglietta, P. y Capitnio, F. (2020). *International Journal of Enviromental Research and Public Health*, 17(3), 2-

16. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030869>

Verma, P., Sinha, N. (2018). Integrating perceived economic wellbeing to technology acceptance

model: the case of mobile based agricultural Extension service. *Technology Forecast Society*. 126 (1), 207-216

Venkatesh, V. y Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. *Decision Sciences*, 27(3), 451-481.

Venkatesh, V. y Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Science*, 39 (2), 273-312.

Venkatesh, V., y Morris, M. G. (2000). Why Don't Men Ever Stop to Ask For Directions? Gender, Social Influence, and Their Role in Technology Acceptance and Usage Behavior. *MIS Quarterly* 24 (1), 115-139.

Venkatesh, V., Morris, R., Davis, G., y Davis, F. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478

Wejnert, B. (2002). Integrating Models of Diffusion of Innovations: A Conceptual Framework. *Annual Review of Sociology*, 28 (1), 297. 326.  
<https://www.jstor.org/stable/3069244>

White, K., Jimmieson, N., Obst, P., Graves, N., Barnett, A., Cockshaw, W., Gee, P., Haneman, L., Page, K., Campbell, M., Martin, E., Paterson, D. (2015). Using a theory of planned behaviour framework to explore hand hygiene beliefs at the '5 critical moments' among Australian hospital-based nurses. *Health Services Research*. 15 (1), 15-59

- Yezerky, G. (2007). General Theory of Innovation en IFIP International Federation for Information Processing, Volume 250. Trends in Computer Aided Innovation. Boston: Springer
- Yin, R. (2016). Qualitative research from start to finish. The Guildford Press
- Yin, R. (2018). Case Study Research and Applications. SAGE
- Yi, Y., Jackson, D., Park, S. y Probst, C. (2006). Understanding information technology acceptance by individual professionals: Toward an integrative view. Information & Management, 43 (3), 350-363.
- Yousefikhah, S. (2016). Sociology of Innovation: Social Construction of Technology Perspective. AD-minister. 30 (1), 31-43 <https://doi.org/10.17230/ad-minister.30.2>
- Zambrano-Mendoza, J., Sangoquiza-Caiza, A., Campaña-Cruz, D. y Yáñez-Guzmán, C. (2021). Use of Biofertilizers in Agricultural Production. En F. Ahmad (Ed). Technology in Agriculture (pp.1-18). IntechOpen. <https://www.intechopen.com/books/10454>
- Zaremohzzabieh, Z., Abu, B., Muhammad, M., Omar, S., Bolong, J., Hassan, M., Shaffril, H. (2015). A test of the technology acceptance model for understanding the ICT adoption behavior of rural young entrepreneurs. International Journal of Bussiness. Management, 10 (1), 158-169
- Zeithaml, V. (1988) Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence. Journal of Marketing, 52(3), 2–22
- Zepeda-Jazo, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. Agricultura, sociedad y desarrollo. 1 (1). 99-108.

Zhang, S., Qian, J., Wu, C., He, D., Zhang, W., Yan, J. y He, X. (2022). Tasting More Than Just Food: Effect of Aesthetic Appeal of Plate Patterns on Food Perception. *Foods*, 11 (7), 1-19. <https://doi.org/10.3390/foods11070931>