

Difusión de innovaciones y redes sociales en la agricultura

Análisis de tendencias en la Comunidad Valenciana y Reino Unido

Diffusion of innovations and social networks in agriculture.

Analysis of trends in the Valencian Region and the United Kingdom



Doctorado en Desarrollo Local y Cooperación Internacional

Autor: Rafael Mesa Manzano

Director: Javier Esparcia Pérez

Marzo de 2023



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Imagen de portada: Stable Diffusion 2 (2023)

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos,

A los agricultores entrevistados y, en especial, a Cesca y Thomas, a Carlos de la Huerta del Boticario, a Jesús de Lliria, a Fernando Marco, director de la Cooperativa de Viver, a Samuel Ortiz y a Raúl.

A UDERVAL y los proyectos que han contribuido a un amplio desarrollo de conocimiento y al desarrollo de esta tesis*.

A mis colegas del Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local y al Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia.

A Javier Esparcia por dirigir la tesis y a Julie Ingram y al equipo del Community and Countryside Institute Research por la estancia en la Universidad de Gloucestershire.

Esta tesis doctoral ha sido posible gracias a la FPU17/02591 vinculada al Ministerio de Universidades.

*Redes personales y territorios rurales: dinámicas espaciotemporales, innovaciones y apoyo social. Ministerio de Economía y Competitividad, Dirección General de Investigación (2016-2018) [Ref. CSO2015-68215-R].

*Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia e Innovación (2021-2024) [Ref. PID2020-11455RB-100]

*Convocatoria AICO—Generalitat Valenciana (2021-2023) [Ref. AICO/2021/104].

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PREFACIO	13
PREFACE	15
1. RESUMEN/ABSTRACT	17
1.1 RESUMEN	17
1.1.1 <i>Justificación e introducción</i>	<i>17</i>
1.1.2 <i>Aproximaciones metodológicas</i>	<i>18</i>
1.1.3 <i>Principales resultados</i>	<i>19</i>
1.1.4 <i>Conclusiones y futuras líneas de investigación</i>	<i>22</i>
1.2 ABSTRACT	25
1.2.1 <i>Justification and introduction</i>	<i>25</i>
1.2.2 <i>Methodological approaches</i>	<i>26</i>
1.2.3 <i>Main results</i>	<i>27</i>
1.2.4 <i>Conclusions and future lines of research</i>	<i>29</i>
2. Introduction. Structure and internal logic of the thesis: research questions, hypothesis and objectives.....	33
2.1 The research from a global perspective	35
2.2 The contributions: papers and other complementary research	37
2.3 Hypothesis and objectives of the thesis	39
3. Antecedentes teóricos y conceptuales.....	44
3.1 Invención, innovación y cambio tecnológico.....	46
3.1.1 <i>La difusión de innovaciones</i>	<i>47</i>
3.1.2 <i>Comienzos y consolidación de la teoría de la difusión de innovaciones..</i>	<i>49</i>
3.1.3 <i>La adopción y difusión de innovaciones en la agricultura</i>	<i>55</i>
3.2 El análisis de redes personales en el estudio de la difusión de innovaciones ..	57
3.2.1 <i>Sociometría y diseños de investigación</i>	<i>59</i>
3.2.2 <i>Métodos de recolección de datos y tipologías de red.....</i>	<i>63</i>
4. La innovación en el sector agrario	68
4.1 Efectos de las innovaciones en la agricultura sostenible	70
4.2 La innovación en el sector agrario español	71
5. Tendencias en la producción de agricultura ecológica	74
6. Article 1: Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption / diffusion of innovations in agriculture. A bibliometric review.....	80
6.1 Introduction, justification and objectives.....	82
6.2 Main results	84
6.2.1 <i>Theoretical pillars on the adoption and diffusion of innovations</i>	<i>84</i>
6.2.2 <i>Methodological approaches to the analysis of diffusion and adoption of innovation in agriculture.....</i>	<i>87</i>
6.3 Conclusions and pendant questions	89

6.4	Article.....	90
7.	Artículo 2: Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación.	155
7.1	Introducción, justificación y objetivos.....	157
7.2	Resultados principales.....	159
7.2.1	<i>El proceso de difusión a través de las redes personales. Análisis según categorías de innovación</i>	<i>161</i>
7.3	Conclusiones y cuestiones pendientes	162
7.4	Artículo	163
8.	Artículo 3: Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia de la COVID-19.	191
8.1	Introducción, justificación y objetivos.....	193
8.2	Resultados principales.....	194
8.3	Conclusiones y cuestiones pendientes	197
8.4	Artículo	198
9.	Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom’s arable and livestock farming.	223
9.1	Introduction, justification and objectives.....	225
9.2	Starting hypothesis and objectives.....	225
9.3	Main results	226
9.3.1	<i>Farmer’s innovation adoption and two mode ego networks.....</i>	<i>227</i>
9.3.2	<i>Source of innovations.....</i>	<i>228</i>
9.4	Conclusions and pendant questions	230
9.5	Article.....	230
10.	Artículo 5: Influencia de las redes sociales en la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sostenible. Un análisis de tendencias en la Comunidad Valencia.....	268
10.1	Introducción y justificación.....	270
10.2	Hipótesis y objetivos.....	271
10.3	Resultados principales.....	271
10.3.1	<i>Índices de adopción y rapidez de adopción de innovaciones</i>	<i>271</i>
10.3.2	<i>Composición de la red, actores y entidades: grado de centralidad e intermediación.....</i>	<i>273</i>
10.4	Conclusiones y cuestiones pendientes	277
11.	General conclusions, policy recommendations and next steps in the research	278
11.1	Analysis of the processes of adoption and diffusion of sustainable agricultural innovations.....	279
11.2	Recommendations for future research	284
12.	Bibliografía.....	286

13. ANNEXOS	300
1.1 Anexo I. Encuestas y entrevistas	302
13.1.1 <i>Cuestionario utilizado en el Artículo 2: “Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación”</i>	303
13.1.2 <i>Cuestionario utilizado en el Artículo 3: “Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19”</i>	306
13.1.3 <i>Questionnaire used in the Article 4: “Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom’s arable and livestock farming”</i>	308
13.1.4 <i>Cuestionario utilizado en el Artículo 5 “Social networks influencing the adoption of sustainable agricultural innovations. The case of Valencia Region farmers”</i>	312
13.2 Anexo II: glosario de agricultura orgánica.....	314
13.2.1 <i>Glosario de agricultura orgánica [English].....</i>	315
13.2.2 <i>Glosario de agricultura orgánica [Spanish]</i>	322
13.3 Anexo III. Informe del director (categorización de la revista y autorización de coautores).....	332

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de difusión en forma de “S”	50
Figura 2. Casos de estudio sobre la difusión de innovaciones para la mejora del pastoreo (Fig. I a) y para el control bovino de la tuberculosis (Fig. I b)	52
Figura 3. Esquema del marco teórico conceptual referidas a las obras de Hägerstrand, Brown, Rogers y Sahal.....	55
Figura 4. Diffusion process by which (1) an innovation (2) is communicated through certain channels (3) over time (4) among the members of the social system	57
Figura 5. a) red sociocéntrica; b) red egocéntrica.....	60
Figura 6. La “Triada prohibida”	62
Figura 7. Ejemplo de red sobre la fuerza de los lazos débiles.....	62
Figura 8. Generalización de los tipos de red; a) red unimodal unidireccional; b) red unimodal bidireccional; c) red egocéntrica d) red de dos modos o bimodal.....	66
Figura 9. Crecimiento de la superficie agrícola ecológica y cuota ecológica 1999-2019	76
Figura 10. El mundo de la agricultura ecológica 2019	77
Figura 11. Productores ecológicos 2019	77
Figura 12. Ventas orgánicas al por menor en 2010	78
Figure 13. Description of bibliometric review process connecting with research questions and objectives.....	83
Figure 14. Co-citation network and resulting clusters about the adoption and diffusion of innovations in agriculture. Theoretical cornerstones.	85
Figure 15. Bibliographic coupling network and resulting clusters on the adoption and diffusion of innovations in agriculture.	88
Figure 16. Distribución geográfica de los actores entrevistados y la red de innovaciones	159
Figure 17. Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI).....	160
Figure 18. a) Índice de Adopción de Innovaciones; b) Índice de Rapidez de Innovaciones.....	161
Figure 19. Grado de centralidad de los actores según redes sociales por categorías de innovación.	161
Figure 20. Percepción de productores agrarios sobre los efectos del confinamiento sobre la movilidad, producción, ventas y apoyo institucional recibido para abordarlos.	196
Figure 21. Cumulative index per year. Adoption of innovations according to type of innovation and type of farmer (arable and livestock) 1990 – 2021	227
Figure 22. Farmers and Influencers networks development over time (1990– 2021)..	228
Figure 23. Cumulative index per year. This graph represents the source of innovations according to type of influencer (arable and livestock) 1990 – 2021	229
Figura 24. Índice de Adopción de Innovaciones (InAI), Speed Adoption Index (SAI) and the year of the first adoption.	273
Figura 25. Fuentes y redes de información (grado de centralidad e intermediación). Las redes se han simplificado omitiendo el resto de actores y entidades, las cuales se analizan al largo del texto.....	274

ÍNDICE DE TABLAS

Table 1. Structure of the thesis based on the articles	37
Table 2. Objectives, research question and methods of analysis.....	40
Tabla 3. Comparación de diseños de investigación de red sociocéntrica y egocéntrica.	61
Tabla 4. Tipos de datos en el análisis de redes.....	64
Tabla 5. La agricultura ecológica y sus beneficios para el clima y la biodiversidad.....	70
Table 6. Main information about the references collection	83
Table 7. Synthesis of the main theoretical pillars on the adoption and diffusion of innovations	86
Table 8. Summary table bibliographic coupling	88
Tabla 9. Innovaciones en agricultura, silvicultura y pesca según el Manual de Oslo (OECD/Eurosta, 2007).....	157
Tabla 10. Participación en el mercado de frutas y verduras según la forma de venta (*)	194
Tabla 11. Grado de centralidad distribuido en tres fases temporales (la última fase incluye la red completa). (*) Entidades de asesoramiento agrario.	274
Tabla 12. Grado de intermediación distribuido en tres fases temporales (la última fase incluye la red completa). (*) Entidades de asesoramiento agrario.	275
Tabla 13. Ejemplo de matriz de adyacencia utilizada en la encuesta	306
Tabla 14. Ejemplo de matriz de adyacencia utilizada en la encuesta	313

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AIS: Agricultural Innovation System

AKIS: Agricultural Knowledge and Innovation Systems

ARS: Análisis de Redes Sociales

CAECV: Comité de Agricultura Ecológica de la Comunitat Valenciana

CAP: Common Agricultural Policy

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas

InAI: Índice de Adopción de Innovaciones

InRAI: Índice de Rapidez de Adopción de Innovaciones (SAI in English)

IVIA: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias

NGO: Non-Governmental Organization

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

ONG: Organización no gubernamental

PAC: Política Agraria Común

SAI: Speed Adoption Index (InRAI in Spanish)

SNA: Social Network Análisis

TAI: Tasa de Adopción de Innovaciones

PREFACIO

Analizar los procesos de adopción y difusión en la agricultura es una tarea compleja que ha sido realizada por numerosos investigadores bajo el paradigma de una gran diversidad de escuelas de estudio, como se verá a lo largo de este documento. La pregunta acerca de las razones que llevan a adoptar una innovación agrícola y cómo se realiza el proceso de cambio -el “cómo” y el “por qué”-, no es, sino que una continuación de las grandes preguntas de la humanidad, acerca de las razones que llevó al ser humano a abandonar la caza y recolección y comenzar con el sedentarismo. Salvando las distancias de este gran acontecimiento que cambió el mundo, en esta tesis doctoral se tratará de avanzar en el entendimiento de los procesos actuales de adopción de innovaciones agrícolas sujetos al intercambio de conocimiento.

En la actualidad, la alimentación sostenible y, concretamente, la producción de alimentos ecológicos, está en boga. La sociedad, consciente de los retos a los que se enfrenta, es conocedora de los efectos de la producción intensiva de alimentos bajo enfoques productivistas y del impacto en los ecosistemas, lo que incluye cualquier efecto pernicioso sobre el medio ambiente, de tipo abiótico y biótico. El desarrollo de la agricultura ecológica -o una agricultura basada en prácticas sostenibles- se encuentra dentro de los objetivos de las políticas agrarias, es cuestión de debate, pero, sobre todo, de plantearse otras formas de producción alternativas. La agroecología, permacultura, agricultura orgánica o regenerativa, son algunos de los enfoques cuyo objetivo es alcanzar un equilibrio entre rendimiento y sostenibilidad. Cubrir la demanda de alimentos para la humanidad bajo una producción ecológica es otra cuestión que forma parte del debate, rendimientos, insumos o sustitución de los mismos, con el fin de cubrir una demanda cada vez mayor.

La agricultura ecológica, por lo tanto, es una reinención de la agricultura. La balanza sostenibilidad-rendimiento encuentra su equilibrio en la inteligencia campesina, en la cooperación para el intercambio de información y en “una vuelta al pasado”, para retomar prácticas ancestrales en constante adaptación y coexistencia con las nuevas. Pues la agricultura basada en métodos sostenibles, como la agroecología, emerge como una filosofía en constante evolución para el cuidado de la tierra, la sociedad y el medio ambiente.

Entender los procesos de intercambio de información basados en la cooperación para el aprendizaje continuo y la puesta en práctica de innovaciones sostenibles, es uno de los tantos retos a los que nos enfrentamos, si lo que se persigue es acercarse a los productores del conocimiento con el fin de avanzar en ese equilibrio entre sostenibilidad, producción, mantenimiento del paisaje y la sociedad agrícola.

En esta tesis doctoral, adopción y difusión de innovaciones sostenibles ha podido ser analizada, tanto en la Comunidad Valenciana como en el Reino Unido, gracias a la cooperación constante y desinteresada de muchos agricultores y agricultoras. Una cooperación basada en principios de sostenibilidad ambiental y convicción en la necesidad de avances científicos en el campo de la difusión de innovaciones sostenibles. La mención internacional a la que opta esta tesis doctoral se encuadra en la misma idiosincrasia del proceso de difusión, pues el valor y alcance de las fuentes de conocimiento agrícola tiene tanto de proximidad local como de alcance global.

PREFACE

Analysing the processes of adoption and diffusion in agriculture is a complex task that has been carried out by numerous researchers under the paradigm of a great diversity of schools of study, as will be seen throughout this paper. The question about the reasons that lead to the adoption of an agricultural innovation and how the process of change takes place - the how and the why - is but a continuation of the great questions of humankind, about the reasons that led humans to abandon hunting and gathering, to become sedentary and to ask how the process of this great change happened. Keeping the distances, both temporal and technological, this doctoral thesis will try to advance in the understanding of the current processes of adoption of agricultural innovations subject to the exchange of knowledge.

Currently, sustainable food and, specifically, organic food production, is in vogue. Society, aware of the challenges it faces, is aware of the effects of intensive food production under productivist approaches, the impact on ecosystems, including any detrimental effects on the environment, both abiotic and biotic. The development of organic farming - or agriculture based on sustainable practices - is one of the objectives of agricultural policies, a matter of debate, but above all of considering alternative forms of production. Agroecology, permaculture, organic or regenerative agriculture are some of the approaches that aim to strike a balance between yield and sustainability. Meeting the demand for food for humanity under organic production is another issue that is part of the debate, yields, inputs or input substitution, in order to meet an ever-increasing demand.

Organic farming is therefore a reinvention of agriculture. The sustainability-performance balance finds its equilibrium in peasant intelligence, in cooperation for the exchange of information and in "a return to the past", to take up ancestral practices in constant adaptation and coexistence with the new ones. For agriculture based on sustainable methods, such as agroecology, emerges as a constantly evolving philosophy for the care of the land, society and the environment.

Understanding the processes of information exchange based on cooperation for continuous learning and the implementation of sustainable innovations is one of the many challenges we face, if the aim is to bring knowledge closer to producers in order to advance in this balance between sustainability, production, maintenance of the landscape and agricultural society.

The adoption and diffusion of sustainable innovations has been analysed, both in the Valencian Community and in the United Kingdom, thanks to the constant and disinterested cooperation of many farmers who have participated in this doctoral thesis. This cooperation is based on principles of environmental sustainability and conviction in the need for scientific advances in the field of innovation diffusion. The international mention for which this doctoral thesis is eligible falls within the same idiosyncrasy of the diffusion process, as the value and scope of the sources of agricultural knowledge is both local and global.

1. RESUMEN/ABSTRACT

1.1 RESUMEN

1.1.1 Justificación e introducción

La invención de la agricultura se considera una innovación desde sus orígenes. Este proceso ha evolucionado a lo largo del tiempo, gracias a la adopción y difusión de nuevas ideas y a la experimentación práctica. En la actualidad, la agricultura se ha convertido en una práctica esencial para la producción de alimentos y está vinculada a un constante aprendizaje basado en la prueba y el error, en el conocimiento vinculado a la cultura del paisaje y territorio, en el manejo de los recursos y la conservación del medio ambiente. Todos estos aspectos no pueden separarse de un capital social que, a lo largo de los años ha sido la base del conocimiento, tanto en cuanto, el desarrollo de la agricultura sienta sus raíces en el conocimiento e intercambio de información a través de los vínculos sociales. Hoy en día, la agricultura sigue siendo la fuente principal de alimento directo de muchas personas, sobre todo en países en desarrollo, y el sustento principal como fuente de trabajo remunerado para una parte de la población.

A medida que la agricultura se ha vuelto más intensiva, ha tenido un impacto ambiental significativo, especialmente con el uso de agroquímicos para el desarrollo de la agricultura productivista. Como resultado, ha habido una degradación del medio ambiente que ha llevado a la adopción de nuevas políticas más respetuosas con el entorno y ha creado una mayor conciencia entre los productores y los consumidores.

Durante las últimas décadas, la agricultura ecológica ha experimentado un proceso de transición basado en una mayor oferta y demanda de alimentos producidos bajo unos estándares más respetuosos con los derechos de los agricultores y el medio ambiente. Sin embargo, tanto la adopción de nuevas prácticas agrarias sostenibles como la recuperación de prácticas ancestrales, requieren de un complejo aprendizaje basado en la cooperación entre distintos actores involucrados. Por lo tanto, una de las características esenciales de la producción sostenible, está relacionada con los procesos de cooperación entre agricultores y otras partes interesadas, que facilitan la adopción y, por ende, la difusión e intercambio de conocimiento.

En esta tesis doctoral son tres las temáticas que han vertebrado la investigación: el análisis de los procesos de difusión de innovaciones, el análisis bibliométrico sobre la difusión de innovaciones en la agricultura, y el impacto del confinamiento por la COVID-19, tanto en los consumidores como en los productores agrarios.

Analizar los procesos de intercambio de conocimiento resulta esencial para comprender los procesos de adopción de innovaciones. La comprensión de este tipo de interacciones y analizar las características de los agricultores innovadores, permite entender los flujos de información. La finalidad no es otra que comprender, en la medida de lo posible, las razones de los procesos de difusión, desde los motivos que impulsan las innovaciones a

las que crean resistencia. Esta comprensión facilitaría, a través del diseño de estrategias de innovación, aumentar la experiencia práctica de los agricultores, facilitar un mayor acceso al conocimiento y disminuir el riesgo que implica adoptar determinadas prácticas sostenibles. Incentivar los procesos de intercambio de conocimiento es especialmente importante en la agricultura sostenible. La finalidad de alcanzar mayores rendimientos que satisfagan la demanda social de alimentos ecológicos sin comprometer el medio ambiente es uno de los retos mundiales al que nos enfrentamos y, como muestra de ello, las políticas públicas han diseñado objetivos para aumentar la superficie y producción agraria ecológica, pero también los procesos de intercambio de conocimiento.

Respecto a la literatura científica, ha habido un aumento constante de publicaciones orientadas al análisis de los procesos de adopción y difusión de innovaciones en la agricultura. Varias disciplinas, como la sociología, economía, psicología y geografía, han contribuido significativamente al crecimiento de este campo de estudio. Sin embargo, la complejidad de los procesos de adopción y difusión de innovaciones en la agricultura ha llevado al desarrollo de una amplia gama de herramientas analíticas y metodológicas. Una de las ventajas que ofrece el análisis de la literatura es que permite identificar los fundamentos teóricos y las tendencias de investigación actuales en un ámbito de estudio determinado. Estos aspectos tienen una interesante implicación como comienzo de una investigación, ya que permite sintetizar y organizar grandes volúmenes de información.

Finalmente, el impacto del confinamiento por la COVID-19 creó una perturbación que cambió los patrones de consumo de los españoles y llevó a muchos agricultores a reorganizarse para hacer frente a la situación de la crisis. El impacto tuvo repercusiones negativas en numerosos establecimientos, mientras que otros, con capacidad de venta online, por lo general, se vieron menos afectados e incluso económicamente beneficiados. De la misma manera, las cadenas de suministro alimentario se vieron alteradas durante la crisis del coronavirus. Pese a que muchos productores percibieron un impacto negativo, la lectura general que se hace sobre este periodo, es que los agricultores tuvieron una gran capacidad de adaptación. Este aspecto es algo que frecuentemente se ha señalado en la literatura científica, la capacidad de resiliencia y adaptación de los agricultores durante momentos de crisis actuales y pasadas.

1.1.2 Aproximaciones metodológicas

Los métodos utilizados se estructuran en tres pilares diferentes: 1) el análisis de los procesos de adopción y difusión de innovaciones, a través de los índices de adopción y análisis de redes sociales (artículo 2, 4 y 5); 2) el análisis bibliométrico para identificar los pilares teóricos y tendencias de investigación sobre la difusión de innovaciones en la agricultura (artículo 1); 3) el impacto del confinamiento por la COVID-19 en los consumidores españoles y los productores agrarios valencianos (artículo 3).

El primer método se basa en el análisis de los procesos de adopción por medio de dos métodos, los índices de innovación y el Análisis de Redes Sociales. Los índices utilizados

son cuatro: 1) la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI); 2) el índice acumulado de adopción de innovaciones; 3) el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) y; 4) el Índice de Rapidez de Adopción de Innovaciones (InRAI). En segundo lugar, haciendo uso de las herramientas de ARS, se aplica un método de análisis de redes egocéntricas de dos modos, el cual permite analizar las interacciones de una muestra de actores seleccionados. La red de dos modos en el ARS, hace referencia al análisis de la heterogeneidad de actores que componen la red de intercambio de información a partir de un generador de nombres. Este tipo de redes puede estar compuesta, tanto de agricultores como por entidades u otras fuentes de información. Cada mención que se hace dentro de la red a un actor o entidad, corresponde a una innovación adoptada en un año determinado y, en la mayoría se ocasiones a una localización determinada.

La segunda metodología de análisis se desarrolla a través de las herramientas de análisis bibliométrico cuya función es trabajar con grandes bases de datos bibliográficos para organizarlas y sintetizar la información. Este análisis permite poner el foco en una serie de publicaciones científicas y permite analizar, tanto los marcos teóricos (usando las redes de co-citación), como las tendencias de investigación (a través del acoplamiento bibliográfico). Para el caso, se recopilamos un total de 353 publicaciones entre artículos, libros y capítulos de libro de la base de datos Scopus y a través de paquete “bibliometrix” basado en RStudio, se ha realizado una revisión de la literatura científica de los últimos 50 años, sobre la difusión de innovaciones en la agricultura.

La tercera metodología de estudio se desarrolla a través de una encuesta basada en la escala Likert de cinco niveles. La encuesta se utilizó para analizar la percepción del impacto del confinamiento por la COVID-19 en la movilidad, la producción, las ventas y el apoyo institucional de una muestra de agricultores sostenibles en la Comunidad Valenciana. Por otro lado, se analizaron las fluctuaciones de los precios y el volumen de ventas de alimentos (verduras y frutas frescas) durante el mes de abril de 2020 con respecto al 2019. Finalmente, se analizaron los cambios en los establecimientos de compra por parte de los consumidores entre los años 2019, 2020 y 2021.

1.1.3 Principales resultados

En la primera temática de estudio (artículo 1), se identifican los pilares teóricos y las tendencias de investigación. En esta investigación se han analizado las bases donde se asientan los estudios sobre los procesos de adopción y difusión de innovaciones en la agricultura. Estas observaciones ofrecen dos resultados principales: la identificación de las escuelas de estudio, como base del desarrollo teórico conceptual y las tendencias metodológicas de investigación. Así mismo, se ha identificado que, actualmente, el análisis de los procesos de difusión de innovaciones se desarrolla a través de complejos métodos de análisis. Sin embargo, se hace presente la importancia de aplicar enfoques multivariantes y el análisis relacional que involucra a varios actores y partes interesadas en distintos niveles. Como se ha observado anteriormente, el estudio de los procesos de adopción de innovaciones en la agricultura abarca multitud de disciplinas, muchas de las cuales están relacionadas entre sí.

La segunda temática de estudio, recoge el análisis de estudios de caso sobre los procesos de adopción y difusión de innovaciones. Esta temática de estudio se basa en tres artículos estructurados en: 1) un ensayo de aplicación (artículo 2); 2) un estudio realizado en Reino Unido y (artículo 4), por último; 3) un estudio realizado en la Comunidad Valenciana (artículo 5).

El primero de estos tres artículos (artículo 2), consistió en realizar una primera aproximación al análisis de los procesos de adopción y difusión de innovaciones a través de un enfoque multivariante. El estudio se realizó con la participación de 11 agricultores repartidos en la Comunidad valenciana. Para el análisis, se aplicaron varios índices como el índice adopción y rapidez de adopción, la tasa de adopción de innovaciones y el análisis de redes egocéntricas de dos modos. Si bien, aunque este enfoque metodológico se mantuvo en las investigaciones posteriores (artículo 4 y 5), en este estudio, se llevaron a cabo otro tipo de técnicas, así como diferentes tipos representación gráfica. Las técnicas que se realizaron consistieron en el mapeo de la distribución geográfica del intercambio de información y la representación gráfica del primer y último año de adopción de una innovación determinada. Además, también se agruparon los actores entrevistados según sus características innovadoras en base a la adopción y velocidad de adopción, se calculó la tasa de adopción de innovaciones y se categorizaron los índices de adopción y rapidez de adopción en base a las categorías de innovación recogidas en el Manual de Oslo: producto, proceso, organización y marketing.

La aplicación de métodos de análisis combinado proporcionó un enfoque metodológico de interés para el desarrollo de casos de estudio posteriores. Este enfoque metodológico permitió, por un lado, a través de los índices de adopción y velocidad de adopción, analizar la capacidad innovadora de cada uno de los actores entrevistados. El resultado de estos índices se puso en relación con características atributivas tales como la edad, nivel de estudios y tipo de sistema de cultivo y tipo de producto. Por otro lado, a través del análisis de redes sociales se pudo observar y analizar el entorno innovador de cada actor entrevistado y la detección de otros actores o entidades influyentes. Todos estos aspectos llevaron a preguntarnos de qué manera el capital social relacional en torno a cada uno de los actores puede estar relacionado con la capacidad innovadora de los mismos. Además, a través de la creación de subredes por cada categoría de innovación (producto, proceso, organización y marketing) se pudo observar que, el enfoque empresarial y tipo de sistema de producción (convencional o agroecológico) de cada uno de los actores entrevistados quedaba reflejado en las características de la red. En definitiva, en este primer ensayo se observó la utilidad del análisis de redes sociales, basado en el grado de centralidad, medida que permitió analizar el protagonismo en la red de determinados actores o entidades mencionadas.

El segundo artículo de este conjunto de tres (artículo 4) se realizó en el Reino Unido con una muestra de 28 productores (agrícolas y ganaderos). En este análisis se utilizó el método empleado anteriormente (artículo 2) para analizar las tendencias de innovación desde varias perspectivas: las características individuales de los agricultores y su comportamiento para adoptar las innovaciones propuestas a través de los índices y la

importancia del entorno relacional. Este último aspecto, el entorno relacional se dividió en dos grupos, el entorno formal e informal. En este análisis se observó que había notables diferencias en las características de las relaciones que envuelven a agricultores y ganaderos, lo que llevó a plantear si estas características pueden influir en la adopción de innovaciones. El entorno relacional de los agricultores estaba tenía un mayor número de conexiones en torno a las redes informales (amigos y familia), mientras que la red de los ganaderos estaba formada, en mayor parte, por redes formales (relación con entidades). La diferencia fundamental entre ambos grupos fue que la tendencia a innovar era mayor en los ganaderos, cuyas redes era formales, a diferencia de los agricultores, que resultaron ser menos innovadores. Sin embargo, ninguna de las redes estuvo exenta de una composición mixta (entre relaciones formales e informales).

El tercero y último artículo (artículo 5), basado en el los índices de innovación y análisis de redes sociales se llevó a cabo por medio del mismo enfoque metodológico que las otras dos anteriores. La zona de estudio es la Comunidad Valenciana y la muestra se basa en 98 agricultores encuestados. Debido a la situación de la pandemia se modificó el marco metodológico empleado en el artículo 2, el cual estaba basado en entrevistas cara a cara. Para realizar este análisis, se elaboró una encuesta donde los productores tendrían que elegir un mínimo de tres y un máximo de ocho innovaciones procedentes de un listado que serviría para orientar la encuesta. Aunque esto presentaría algunas limitaciones, en una segunda fase del estudio se realizaron 35 entrevistas a los agricultores involucrados, con la finalidad de completar la información necesaria.

En este estudio, el apartado de análisis de relaciones para el intercambio de información de innovaciones, se realizó a través del grado de intermediación, una medida de centralidad que posibilita la obtención de nodos con posiciones de liderazgo. Así mismo, con la finalidad de obtener un análisis temporal de la secuencia de adopción se dividió la red en tres: 1) 1990-2000; 2) 2000-2010; 3) 2010-2021). En el análisis se observó que el protagonismo de los centros de certificación como el CAECV y de asesoramiento agrario como el IVIA, tuvieron una mayor presencia en la red con respecto a otras relaciones, como pueden ser otros agricultores, amigos, organizaciones, gobierno o empresas. Este aspecto pudo observarse en las dos redes analizadas, tanto en la de agricultores agroecológicos, como en la de agricultores convencionales.

Por último, a través del análisis sobre el impacto del confinamiento por la COVID-19 se obtuvieron dos tipos de resultados, el impacto en los consumidores españoles en el precio, volumen de ventas y cambio de lugar de compra y, la percepción del impacto en 75 productores encuestados de la Comunidad Valenciana. En primer lugar, el análisis obtenido muestra que, durante el periodo de confinamiento hubo un aumento del precio de las verduras y frutas frescas que vino acompañado de un aumento del volumen de las ventas, en comparación con el mes de abril de 2019. También observamos que el cierre de establecimientos en mercados y plazas llevó a los consumidores a realizar las compras en otros puntos de venta alternativos. Por esta razón, las ventas por internet durante el periodo de confinamiento aumentaron de manera considerable. Según los datos, algunos establecimientos que dejaron de vender durante la pandemia, por estar ubicados en

espacios públicos, todavía presentan números negativos. En segundo lugar, la encuesta realizada a los productores valencianos ofreció varios resultados relevantes. El primero, es que los productores previamente establecidos y bajo un enfoque empresarial sólido, tuvieron menos problemas para hacer frente a la pandemia. Algunos de estos productores respondieron haber obtenido resultados positivos, mientras que otros tuvieron muchas dificultades durante este periodo de crisis. El segundo, es que los productores cuyo sistema estaba basado en mano de obra externa, se vieron afectados por la baja disponibilidad de personal y la obtención de permisos de trabajo. El tercero es que, ante la escasez de insumos, surgieron redes informales de apoyo entre agricultores, para abastecerse tanto de semillas como de otros insumos agrarios.

1.1.4 Conclusiones y futuras líneas de investigación

La revisión bibliométrica ha puesto de manifiesto que la adopción y difusión de innovaciones en agricultura se estudia desde diferentes campos, escuelas y enfoques teórico-conceptuales, pero que también existe una altísima conexión entre todos ellos. Esto hace que la investigación sobre la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sea más compleja, pero también más completa y cada vez más exhaustiva. En el análisis realizado se observan evidentes solapamientos entre los distintos grupos, pero también de la implicación de diferentes disciplinas. Todo ello confirma que esta investigación aporta cada vez más valor añadido al incorporar, a menudo de forma combinada, un mayor número de perspectivas y variables. Por tanto, es comprensible la tendencia al predominio de las metodologías de análisis multivariante, basadas principalmente en modelos cuantitativos.

La investigación sobre los procesos de adopción y difusión de innovaciones muestra que los métodos de análisis combinados proporcionaron un enfoque metodológico de interés para el desarrollo de los estudios de caso posteriores. Este enfoque metodológico permitió, por un lado, a través de las tasas de adopción y la velocidad de adopción, analizar la capacidad innovadora de cada uno de los actores entrevistados y relacionarla con características atributivas como la edad, el nivel de formación y el tipo de sistema de explotación y tipo de producto. Por otro lado, a través del análisis de las redes sociales se ha podido observar y analizar cómo es el entorno innovador de cada actor, desde el punto de vista de actores o entidades influyentes y, si el capital social relacional, en torno a cada uno de los actores, puede relacionarse con la capacidad innovadora. Además, mediante la creación de subredes para cada categoría de innovación (producto, proceso, organización y marketing), se pudo observar que el enfoque empresarial de cada uno de los actores entrevistados se reflejaba en las características de la red. Es decir, había diferencias notables entre el enfoque de una cooperativa, donde la organización y la red de comercialización tenían más peso, y el enfoque de los productores agrícolas que venden directamente, donde estos aspectos podían no ser tan importantes para el desarrollo de la actividad.

Otros dos aspectos a destacar sobre las características de los productores en relación al tipo de sistema de producción en el que desarrollan su actividad agrícola (agricultura convencional, agricultura ecológica, agroecológica o permacultura), es que los productores que desarrollan su actividad bajo un sistema agroecológico, adoptaron un mayor número de innovaciones, debido, en parte, a la motivación para adoptar nuevas prácticas y productos. También se observó que el intercambio de información entre algunos productores agroecológicos creó una mayor predisposición a adoptar innovaciones. El segundo aspecto a destacar está relacionado con la distribución geográfica. Los actores entrevistados tenían contactos de información tanto en localidades cercanas al municipio como en otras partes de España, así como en otros países. El mapeo de las localizaciones, tanto de los actores entrevistados como de sus redes de información, nos llevó a considerar otro tipo de fuentes de información alternativas, como libros o internet, que se implementarían en la siguiente investigación.

Otro aspecto a destacar es el basado con los entornos relacionales de los actores (entre entorno formal e informal). Por medio de esta distinción, se observó que había diferencias notables entre los agricultores y los ganaderos. El entorno relacional de los agricultores se basaba en redes informales (amigos y familiares), mientras que la red de los ganaderos estaba compuesta, principalmente, por redes formales (relaciones con organizaciones). La diferencia fundamental entre ambos grupos era que la tendencia a innovar era mayor en los ganaderos, cuyas redes eran mayoritariamente formales, frente a los agricultores, que eran menos innovadores. Como se indica en la publicación (artículo 4), se trata de un análisis de tendencias y no es concluyente, pero es un aspecto que debe explorarse con más detalle con una muestra más amplia.

En el último estudio realizado en la Comunidad Valenciana, basado en una muestra de 98 agricultores, se observó que los centros de certificación como el CAECV y los centros de asesoramiento agrario, como el IVIA tenían un mayor número de conexiones que destacaban por encima del resto de actores o entidades, como agricultores, amigos, organizaciones, gobierno o empresas, tanto en la red de agricultores agroecológicos como en la de agricultores convencionales.

En el estudio sobre el impacto del confinamiento por la COVID-19 (artículo 3), se observó que durante el mes de abril de 2020 (durante el periodo de confinamiento) aumentó la demanda de hortalizas y frutas frescas en comparación con 2019 y también aumentaron los precios de este tipo de alimentos. Cabe destacar que, durante el mismo mes, las ventas online de alimentos, aumentaron en detrimento de las ventas de los puntos de venta de los mercados. Este mismo análisis se extendió al año 2021 y se observó que, aunque hubo una disminución de las ventas por internet en comparación con el año de la pandemia, actualmente continúan con una tendencia al alza. No fue el caso de los mercadillos, algunos de los cuales tuvieron porcentajes de ventas negativos en 2021.

Son varias las recomendaciones que se pueden realizar de cara a profundizar en el análisis de los procesos de innovación en la agricultura.

La primera recomendación es continuar utilizando métodos de análisis bibliométrico para identificar áreas que requieren mayor investigación y evaluar el impacto de políticas y programas de innovación agrícola. Este método de análisis se puede aplicar en otros campos de estudio más específicos, como la agricultura de precisión o poner en foco en innovaciones determinadas.

La segunda recomendación se basa en desarrollar métodos de análisis combinados que consideren aspectos como el volumen de ventas, el precio de las innovaciones y el riesgo que suponen para los productores agrarios.

La tercera recomendación gira en torno a la necesidad de formación y creación de redes de innovación a nivel local, regional o nacional, para el intercambio de conocimientos.

La cuarta recomendación se basa en prestar atención a las fuentes de información alternativas como libros e internet para adquirir una mayor comprensión de los procesos de adopción de innovaciones agrarias.

La quinta recomendación gira en torno a la necesidad de prestar atención al impacto medioambiental en la adopción y difusión de innovaciones agrícolas, y en la promoción de políticas y programas que faciliten su adopción y difusión. Estas recomendaciones pueden ayudar a mejorar la comprensión de los procesos de adopción y difusión de innovaciones agrícolas y a promover la agricultura sostenible en el futuro.

La sexta recomendación es resaltar la importancia que tienen las innovaciones de bajo coste para el futuro de la agricultura sostenible, sobre todo, por la dificultad de adquisición de innovaciones basadas en tecnología para muchos agricultores, dado el elevado coste. Sería útil compartir el conocimiento de innovaciones tecnológicas de bajo coste (como sensores, control por drones o registro de datos climáticos), así como su uso, con la finalidad de aumentar la confianza de los agricultores (económica y de facilidad de uso), para la adopción de innovaciones tecnológicas.

1.2 ABSTRACT

1.2.1 Justification and introduction

The invention of agriculture has been considered an innovation since its origins. This process has evolved over time, thanks to the adoption and diffusion of new ideas and practical experimentation. Today, agriculture has become an essential practice for food production and is linked to constant learning based on trial and error, knowledge linked to the culture of the landscape and territory, resource management and environmental conservation. All these aspects cannot be separated from the social capital that, over the years, has been the basis of knowledge, insofar as the development of agriculture is rooted in knowledge and exchange of information through social links. Today, agriculture is still the main source of direct food for many people, especially in developing countries, and the main source of paid work for a part of the population.

As agriculture has become more intensive, it has had a significant environmental impact, especially with the use of agrochemicals for the development of productivist agriculture. As a result, there has been a degradation of the environment that has led to the adoption of new, more environmentally friendly policies and has created greater awareness among producers and consumers.

Over the last decades, organic farming has undergone a transition process based on an increased supply and demand for food produced under standards that are more respectful of farmers' rights and the environment. However, both the adoption of new sustainable farming practices and the recovery of ancestral practices require a complex learning process based on cooperation between different actors involved. Therefore, one of the essential characteristics of sustainable production is related to the cooperation processes between farmers and other stakeholders, which facilitate the adoption and thus the diffusion and exchange of knowledge.

In this doctoral thesis, three themes have been the backbone of the research: the analysis of innovation diffusion processes, the bibliometric analysis of innovation diffusion in agriculture, and the impact of COVID-19 confinement on both consumers and agricultural producers.

Analysing the processes of knowledge exchange is therefore essential to understanding the processes of innovation adoption. Understanding this type of interaction and analysing the characteristics of farmer innovators allows us to understand information flows. The aim is to understand, as far as possible, the reasons for diffusion processes, from the reasons that trigger innovations to those that create resistance. This understanding would facilitate, through the design of innovation strategies, increasing the practical experience of farmers, facilitating greater access to knowledge and reducing the risk involved in adopting certain sustainable practices. Encouraging knowledge sharing processes is particularly important in sustainable agriculture. The aim of achieving higher yields that satisfy social demand for organic food without compromising the environment is one of the global challenges we are facing and, as a sign of this, public policies have designed

objectives to increase not only organic agricultural area and production, but also the processes of knowledge exchange.

With regard to the scientific literature, there has been a steady increase in the number of publications that focus on the analysis of the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture. Several disciplines, such as sociology, economics, psychology and geography, have contributed significantly to the growth of this field of study. However, the complexity of the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture has led to the development of a wide range of analytical and methodological tools. One of the advantages of literature analysis is that it allows the identification of theoretical foundations and current research trends in a given field of study. These aspects have an interesting implication as the beginning of a research project, as it allows synthesising and organising large volumes of information.

Finally, the impact of COVID-19 confinement created a disruption that changed the consumption patterns of Spaniards and led many farmers to reorganise to cope with the crisis situation. The impact had negative repercussions on many establishments, while others, with online sales capacity, were generally less affected and even benefited economically. Similarly, food supply chains were disrupted during the coronavirus crisis. Although many producers felt a negative impact, the general reading of this period is that farmers were very resilient. This is something that has often been pointed out in the scientific literature, the resilience and adaptability of farmers during times of current and past crises.

1.2.2 Methodological approaches

The methods used are structured in three different pillars: 1) the analysis of the processes of adoption and diffusion of innovations, through adoption indices and social network analysis (articles 2, 4 and 5); 2) the bibliometric analysis to identify the theoretical pillars and research trends on the diffusion of innovations in agriculture (article 1); 3) the impact of COVID-19 containment on Spanish consumers and Valencian agricultural producers (article 3).

The first method is based on the analysis of adoption processes by means of two methods, innovation indices and Social Network Analysis. Four indices are used: 1) the Innovation Adoption Rate (TAI); 2) the cumulative innovation adoption rate; 3) the Innovation Adoption Index (InAI) and; 4) the Innovation Adoption Rapidity Index (InRAI). Secondly, using the ARS tools, a two-mode egocentric network analysis method is applied, which allows analysing the interactions of a sample of selected actors. The two-mode network in ARS refers to the heterogeneity of actors that make up the information exchange network based on a name generator. This network can be composed of farmers as well as entities or other sources of information. Each mention within the network of an actor or entity corresponds to an innovation adopted in a given year.

The second analysis methodology is developed through bibliometric analysis tools whose function is to work with large bibliographic databases to organise them and synthesise

the information. This analysis allows us to focus on a series of scientific publications and allows us to analyse both theoretical frameworks (using co-citation networks) and research trends (through bibliographic linking). In this case, a total of 353 publications including articles, books and book chapters were collected from the Scopus database and a review of the scientific literature of the last 50 years on the diffusion of innovations in agriculture was carried out using the RStudio-based "bibliometrix" package.

The third study methodology is developed through a survey based on a five-level Likert scale. The survey was used to analyse the perception of the impact of COVID-19's lockdown on mobility, production, sales and institutional support of a sample of sustainable farmers in the Valencian Community. On the other hand, price fluctuations and the volume of food sales (vegetables and fresh fruit) during the month of April 2020 compared to 2019 were analysed. Finally, changes in purchasing establishments by consumers between 2019, 2020 and 2021 were analysed.

1.2.3 Main results

In the first topic of study (article 1), the theoretical pillars and research trends are identified. This research has analysed the foundations on which studies on the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture are based. These observations offer two main results: the identification of schools of study as the basis for conceptual theoretical development and methodological research trends. It has also been identified that, at present, the analysis of the processes of diffusion of innovations is developed in complex methods of analysis. However, the importance of applying multivariate approaches and relational analysis involving various actors and stakeholders at different levels becomes apparent. As noted above, the study of innovation adoption processes in agriculture spans a multitude of disciplines, many of which are interrelated.

The second study theme is the analysis of case studies on the processes of adoption and diffusion of innovations. This study theme is based on three articles structured as follows: 1) an application test (article 2); 2) a study carried out in the United Kingdom (article 4), and finally; 3) a study carried out in the Valencian Community (article 5).

The first of these three articles (article 2), consisted of a first approach to the analysis of the processes of adoption and diffusion of innovations through a multivariate approach. To this end, several indices were applied, such as the adoption index and speed of adoption, the rate of adoption of innovations and the analysis of two-mode egocentric networks. Although this methodological approach was maintained in subsequent research (articles 4 and 5), in this study, other types of techniques were used, as well as different types of graphical representation. The techniques that were carried out consisted of mapping the geographical distribution of information exchange and the graphical representation of the first and last year of adoption of a given innovation. In addition, the actors interviewed were also grouped according to their innovative characteristics based on adoption and speed of adoption, the rate of adoption of innovations was calculated,

and adoption rates and speed of adoption were categorised based on the innovation categories of the Oslo Manual: product, process, organisation and marketing.

The application of combined analysis methods provided a methodological approach of interest for the development of subsequent case studies. This methodological approach made it possible, on the one hand, to analyse the innovative capacity of each of the actors interviewed by means of the adoption and adoption speed indices. The results of these indices were related to attributive characteristics such as age, level of education, type of farming system and type of product. On the other hand, through the analysis of social networks it was possible to observe and analyse the innovative environment of each interviewed actor and the detection of other influential actors or entities. All these aspects led us to ask ourselves how the relational social capital around each of the actors could be related to their innovative capacity. Furthermore, through the creation of sub-networks for each category of innovation (product, process, organisation and marketing) it was possible to observe that the business approach and type of production system (conventional or agro-ecological) of each of the actors interviewed was reflected in the characteristics of the network. In short, this first test showed the usefulness of social network analysis, based on the degree of centrality, a measure that made it possible to analyse the prominence of certain actors or entities mentioned in the network.

The second article in this set of three (article 4) was conducted in the UK with a sample of 28 producers (crop and livestock farmers). This analysis used the method previously employed (article 2) to analyse innovation trends from several perspectives: the individual characteristics of farmers and their behaviour in adopting the innovations proposed through the indices and the importance of the relational environment. This last aspect, the relational environment, was divided into two groups, the formal and informal environment. In this analysis it was observed that there were notable differences in the characteristics of the relationships involving farmers and livestock keepers, which led to the question of whether these characteristics can influence the adoption of innovations. The farmers' relational environment was more heavily connected to informal networks (friends and family), while the farmers' network was largely made up of formal networks (relationships with organisations). The key difference between the two groups was that the tendency to innovate was higher in the livestock farmers, whose networks were formal, as opposed to the farmers, who were less innovative. However, none of the networks was free of a mixed composition (between formal and informal relationships).

The third and last article (article 5) based on innovation indices and social network analysis was carried out using the same methodological approach as the previous two. The study area is the Valencian Community and the sample is based on 98 farmers surveyed. Due to the pandemic situation, the methodological framework used in article 2, which was based on face-to-face interviews, was modified. For this analysis, a survey was developed where farmers would have to choose a minimum of three and a maximum of eight innovations from a list to guide the survey. Although this would have some limitations, in a second phase of the study, 35 interviews were conducted with the farmers involved in order to complete the necessary information.

In this study, the section on the analysis of relationships for the exchange of information on innovations was carried out through the degree of intermediation, a measure of centrality that makes it possible to obtain nodes with leading positions. Likewise, in order to obtain a temporal analysis of the adoption sequence, the network was divided into three: 1) 1990-2000; 2) 200-2010; 3) 2010-2021). The analysis showed that certification centres such as the CAECV and agricultural advice centres such as the IVIA had a greater presence in the network than other relationships, such as other farmers, friends, organisations, government or companies. This aspect could be observed in the two networks analysed, both in the agroecological farmers' network and in the conventional farmers' network.

Finally, through the analysis of the impact of COVID-19 confinement, two types of results were obtained: the impact on Spanish consumers in terms of price, sales volume and change of place of purchase, and the perception of the impact on 75 surveyed producers in the Valencian Community. Firstly, the analysis obtained shows that, during the period of confinement, there was an increase in the price of fresh fruit and vegetables that was accompanied by an increase in the volume of sales, compared to April 2019. We also observed that the closure of shops in markets and squares led consumers to shop at alternative outlets. For this reason, online sales during the period of confinement increased considerably. According to the data, some outlets that stopped selling during the pandemic, because they are located in public spaces, still show negative numbers. Secondly, the survey of Valencian producers offered several relevant results. The first is that previously established producers with a sound business approach had fewer problems coping with the pandemic. Some of these producers reported positive results, while others had many difficulties during this period of crisis. The second is that producers whose system was based on external labour were affected by the low availability of staff and work permits. The third is that, in the face of input shortages, informal farmer-to-farmer support networks emerged to supply both seeds and other agricultural inputs.

1.2.4 Conclusions and future lines of research

The bibliometric review has shown that the adoption and diffusion of innovations in agriculture is studied from different fields, schools and theoretical-conceptual approaches, but that there is also a very high connection between all of them. This makes research on the adoption and diffusion of innovations in agriculture more complex, but also more comprehensive and increasingly exhaustive. The analysis shows clear overlaps between the different groups, but also the involvement of different disciplines. This confirms that this research is adding more and more value by incorporating, often in combination, a greater number of perspectives and variables. The trend towards the predominance of multivariate analysis methodologies, mainly based on quantitative models, is therefore understandable.

Research on the processes of adoption and diffusion of innovations shows that combined methods of analysis provided a methodological approach of interest for the development of subsequent case studies. This methodological approach made it possible, on the one

hand, through adoption rates and speed of adoption, to analyse the innovative capacity of each of the actors interviewed and to relate it to attributive characteristics such as age, level of education and type of farming system and type of product. On the other hand, through the analysis of social networks, it has been possible to observe and analyse the innovative environment of each actor, from the point of view of influential actors or entities, and whether the relational social capital around each of the actors can be related to innovative capacity. Furthermore, by creating sub-networks for each category of innovation (product, process, organisation and marketing), it was possible to observe that the business focus of each of the actors interviewed was reflected in the characteristics of the network. In other words, there were notable differences between the approach of a cooperative, where the organisation and marketing network had more weight, and the approach of agricultural producers selling directly, where these aspects might not be as important for the development of the activity.

Two other aspects to highlight about the characteristics of producers in relation to the type of production system in which they develop their agricultural activity (conventional farming, organic farming, agroecological or permaculture), is that producers who develop their activity under an agroecological system, adopted a greater number of innovations, due, in part, to the motivation to adopt new practices and products. It was also observed that the exchange of information between some agroecological producers created a greater predisposition to adopt innovations. The second aspect to highlight is related to geographical distribution. The actors interviewed had information contacts both in locations close to the municipality and in other parts of Spain, as well as in other countries. The mapping of the locations of both the actors interviewed and their information networks led us to consider alternative sources of information, such as books or the internet, to be implemented in the following research.

Another aspect to highlight is based on the actors' relational settings (between formal and informal settings). Through this distinction, it was observed that there were notable differences between farmers and livestock keepers. The farmers' relational environment was based on informal networks (friends and family), while the livestock farmers' network was mainly composed of formal networks (relationships with organisations). The fundamental difference between the two groups was that the tendency to innovate was higher in livestock farmers, whose networks were mostly formal, compared to farmers, who were less innovative. As indicated in the publication (article 4), this is a trend analysis and is not conclusive, but it is an aspect that needs to be explored in more detail with a larger sample.

In the last study carried out in the Valencian Community, based on a sample of 98 farmers, it was observed that certification centres such as CAECV and agricultural advice centres such as IVIA had a higher number of connections that stood out above the rest of actors or entities, such as farmers, friends, organisations, government or companies, both in the network of agroecological farmers and in the network of conventional farmers.

In the study on the impact of containment by COVID-19 (article 3), it was observed that during the month of April 2020 (during the period of containment) the demand for fresh vegetables and fruits increased compared to 2019 and the prices of fresh vegetables and

fruits also increased. It is worth noting that, during the same month, online sales of food increased to the detriment of sales in market outlets. This same analysis was extended to the year 2021 and it was observed that, although there was a decrease in online sales compared to the pandemic year, they are currently on an upward trend. This was not the case for street markets, some of which had negative sales percentages in 2021. Several recommendations can be made to deepen the analysis of innovation processes in agriculture.

The first recommendation is to continue using bibliometric analysis methods to identify areas requiring further research and to assess the impact of agricultural innovation policies and programmes. This method of analysis can be applied to other more specific fields of study, such as precision agriculture or to focus on particular innovations.

The second recommendation is based on developing combined methods of analysis that consider aspects such as the volume of sales, the price of innovations and the risk they pose for agricultural producers.

The third recommendation revolves around the need for training and the creation of innovation networks at local, regional or national level for the exchange of knowledge.

The fourth recommendation is based on paying attention to alternative sources of information such as books and the internet in order to gain a better understanding of the processes of adoption of agricultural innovations.

The fifth recommendation focuses on the need to pay attention to the environmental impact on the adoption and diffusion of agricultural innovations, and on the promotion of policies and programmes that facilitate their adoption and diffusion. These recommendations can help to improve the understanding of the processes of adoption and diffusion of agricultural innovations and to promote sustainable agriculture in the future.

The sixth recommendation is to highlight the importance of low-cost innovations for the future of sustainable agriculture, especially given the difficulty of acquiring technology-based innovations for many farmers, given the high cost. It would be useful to share knowledge of low-cost technological innovations (such as sensors, drone control or climate data recording), as well as their use, in order to increase farmers' confidence (economic and usability) in adopting technological innovations.

2. Introduction. Structure and internal logic
of the thesis: research questions,
hypothesis and objectives

*2. Introducción. Estructura y lógica interna de la tesis:
preguntas de investigación, hipótesis y objetivos.*

2.1 The research from a global perspective

In developed countries, agriculture is undergoing a process of transition and transformation towards more sustainable production methods (Chabert & Sarthou, 2020; Willer et al., 2021; Wilson, 2007) in a context where global and European organic farming is on the rise (Willer et al., 2021).

One of the characteristics of sustainable production is based on the cooperation between farmers and other stakeholders facilitating the processes of adopting sustainable practices and, therefore, the processes of knowledge exchange (Ingram et al., 2015).

In the transition processes towards sustainable agricultural systems, there are a series of factors that play a fundamental role in the performance of the diffusion of innovations. The diffusion of innovations, as will be seen in the section on "2. Theoretical background", has a long history of study, with Rogers (2003) as one of its greatest exponents.

In the processes of diffusion of innovations, on the one hand, the individual characteristics of farmers and, on the other hand, the exchange of knowledge between farmers and organisations (e.g. research centres, companies, NGOs, training centres) are important (Adnan et al., 2018; Faure et al., 2019; Skaalsveen et al., 2020).

The diffusion of agricultural innovations, understood as a process of knowledge exchange, has led scholars to understand these processes based on different approaches, such as the Agricultural Innovation Systems (AIS) and Agricultural Knowledge and Information Systems (AKIS) approach. Both have been frequently used to understand the processes of diffusion of innovative agricultural knowledge within a system.

On the one hand, the AIS approach is defined as, *"a network of organisations, enterprises, and individuals focused on bringing new products, new processes, and new forms of organisation into social and economic use"* (World Bank, 2007). This definition establishes one of the pillars in scientific research where the importance of understanding the interaction processes for the exchange of knowledge between farmers and agents is pointed out (Bavorová et al., 2020; Gailhard et al., 2015; Skaalsveen et al., 2020; Spielman et al., 2011; Wood et al., 2014).

On the other hand, Agricultural Knowledge and Information Systems (AKIS) emerged in part as a response to the challenges of innovation diffusion theory (Assefa et al., 2012) and has been applied in a wide range of investigations (Klerkx et al., 2017; Knierim et al., 2015; Masi et al., 2022). AKIS is the whole of the organisation and the processes of knowledge transfer between people. As defined by Röling (1992) quoted by Assefa et al. (2012) "the articulated set of actors, networks and organisations, which are expected or achieved to work synergistically to support knowledge processes that improve the match between knowledge and the environment and/or the control provided through the use of technologies in a given domain of human activity...".

Thus, the AKIS concept makes it possible to diagnose the different organisational forms that limit or facilitate knowledge transfer processes, also taking into account that all actors in the system have an interest in the process of knowledge generation and diffusion (Assefa et al., 2012).

As can be seen, understanding the processes of adoption and diffusion of innovations in order to detect potentials and weaknesses in innovation systems can be important for the development and consolidation of sustainable agriculture. Thus, conversion to organic agriculture, for example, is often an important transition, as it involves new markets, sources of production information and production practices (Koutsou & Partalidou, 2012). Wilson (2008) referred to the concept of agricultural transition as a change based on multifunctionality, under a model that progresses from weak to strong multifunctionality.

Rogers' process based on the phases of need recognition, active information seeking, formal decision making and confirmation of a new need, has led to approaches for the identification of "triggers" and "trigger events" with reference to the iterative and multiple nature of change, and the scale at which change is enacted (Sutherland et al., 2012). The Sutherland et al. (2012) approach argues that minor changes (activities that do not change the focus of the farming system) occur incrementally but that major changes (those involving a significant reorientation of farming activities or resources) often occur in response to "salient events", such as agricultural transition processes.

Because of the lower environmental impact of organic farming, the higher added value in the market, the awareness of farmers for more environmentally friendly farming and the demand from society, has led policies such as the CAP to promote the transition towards more sustainable practices. In this respect, the Commission will seek to achieve the European Green Pact target of 25% of agricultural land devoted to organic farming by 2030 through three axes (European Commission, 2023): 1) stimulating demand and securing consumer confidence; 2) stimulating conversion and strengthening the whole value chain; 3) organic leading by example: enhancing the contribution of organic agriculture to environmental sustainability.

Within this context, the development of environmentally friendly agriculture is one of the central pillars towards the transition to a sustainable model, but this transition cannot take place without the adoption of sustainable agricultural innovations without penalising productivity. In this line, European projects such as EURAKNOS and AgriSpin have focused on knowledge networks to create a more robust system for the exchange of innovations. AgriSpin has demonstrated the importance of communication, negotiation, networking and cooperation skills of the different actors for the success of innovation processes, as well as the difficulty of establishing a general formula for innovation support (EU SCAR AKIS, 2019; Ndah et al., 2018). These examples illustrate the interest and importance of multi-stakeholder interaction as stakeholders in agricultural innovation processes in AKIS, as well as their different approaches and varieties in the analysis of innovation processes and knowledge exchange networks.

2.2 The contributions: papers and other complementary research

Related to the above, this research aims to advance the understanding of the processes of adoption and diffusion of innovations in sustainable agriculture through various methods of study such as bibliometric analysis, innovation indices, social network analysis, as well as the impact of COVID-19 confinement on the actors interviewed. The following Table 1 shows the order of publications and the arrangement in the chapters, as well as the type of research undertaken.

Table 1. Structure of the thesis based on the articles

Article	Chapter	Title	Type of research	Data of publication
1	6	Mesa Manzano, R., & Esparcia Pérez, J. (2023). Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption-diffusion of innovations in agriculture: a bibliometric review. <i>Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles</i> , (96). https://doi.org/10.21138/bage.3336	Bibliometric analysis/ literature review	3/2023
2	7	Mesa Manzano, R., & Esparcia Pérez, J. (2021). Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. <i>Anales de geografía de la Universidad Complutense</i> , 2021, vol. 41, num. 1, p. 133-159. https://doi.org/10.5209/aguc.76727	Fist pilot Research Innovation rates ARS	25/5/2021
3	8	Mesa Manzano R. y Esparcia Pérez J. (2023). Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19. <i>Anales de Geografía de la Universidad Complutense</i> , 43(1), 109-132. https://doi.org/10.5209/aguc.85940	Covid-19 research	24/01/2023
4	9	Mesa, R. (2022). Innovative Farming Practices and Information Sources. An Analysis of Trends in the United Kingdom's Arable and Livestock Farming. <i>AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural (Journal of Depopulation and Rural Development Studies)</i> , (36), 159-194. https://doi.org/10.4422/ager.2022.18	UK University stay research Innovation rates ARS	14/12/2022
5	10	Influence of social networks in the adoption and diffusion of innovations in the sustainable agriculture. The case of Valencia Region	Main study area research Innovation rates ARS	Pendant

Source: own elaboration

Firstly, as a preliminary step to the initial research based on innovation indices and social network analysis, an in-depth analysis of the scientific literature (theoretical pillars and research trends) on the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture was carried out. This first analysis was carried out using statistical tools for bibliometric analysis (co-citation networks and bibliometric coupling). Through this study, it has been possible to determine which theoretical pillars and models of analysis fit our case study. As can be seen in section "6. Article 1", 353 publications were analysed (including scientific articles, books and book chapters), which subsequently served as the basis for the elaboration of subsequent publications.

Secondly, the importance of understanding the processes of diffusion of innovations lies in analysing and detecting farmers with a higher rate and speed of adoption. This analysis could explain whether the predisposition to innovate is related to innovative behaviour, to the type of agricultural production performed or other aspects, such as the level of education. However, in order to go further in the knowledge and explanatory causes of innovative capacity or difficulties in adopting innovations, social network analysis is a useful tool to visualise the social and institutional environment of the actors studied. In addition, other interesting aspects that enrich the analysis are related to other sources of information, little studied in the scientific literature, such as internet resources or books.

Taking these aspects into account, three studies have been carried out in which the methods of innovation indices and network analysis are applied. The second corresponds to section "7. Article 2" and is a test to apply the two corresponding study methods applied in the Valencian Community by means of in-depth interviews with 11 farmers. The first method used corresponds to the analysis of trends in the adoption of innovations through three indices: 1) the Innovation Adoption Rate (TAI); 2) the Innovation Adoption Index (InAI) and; 3) the Speed of Innovation Adoption Index (InRAI or SAI). The second method used is based on Social Network Analysis (SNA), using egocentric mode 2 network methods, i.e. an open network that combines a combination of two different types of networks. This is an open network combining relationships between interviewed actors with other actors or entities. The third research (Section 8. Article 3) focuses on the moment of confinement by COVID-19 and is based on two aspects: 1) analysing the changes in demand and fluctuation of Spanish consumers' demand for fresh vegetables and fruits from the Food Consumption Panel (Panel de consumo alimentario) (MAPA, 2023) and; 2) to analyse the perception (from negative to positive) of 75 Valencian farmers on the impact on mobility, production, sales and institutional support due to confinement. This research was carried out by means of an online survey of 75 sustainable agriculture producers in the Valencian Community.

The fourth research (Section 9. Article 4) was carried out during a stay in the UK, specifically at the Countryside & Community Research Institute, University of Gloucestershire. In this study, 8 innovations were selected and 28 farmers were surveyed online to analyse innovation adoption processes through adoption rates and egocentric

network analysis. The study was useful to detect innovation trends among UK crop and livestock producers.

The fifth research (Section 10. Article 5 and pending to be published), uses the same methods of analysis. Due to the pandemic situation, the semi-structured interview (applied in Article 2) is adapted to an online survey, where information on attributes, adopted innovations and knowledge sharing networks is collected from the surveyed actors. The surveys used in articles 1, 4 and 5 on the adoption of innovations are attached in the annex.

2.3 Hypothesis and objectives of the thesis

This doctoral thesis has been developed by compendium of publications and is structured in three thematic blocks distributed as follows (Table 2):

- 1) Bibliometric analysis (article 1)
- 2) Analysis of the adoption and diffusion processes (articles 2, 4 and 5)
- 3) Analysis of the impact of COVID-19 on farmers (article 3)

The central hypothesis of this doctoral thesis, from which articles 2, 4 and 5 mentioned above are derived, is that the adoption of innovations is closely related to the characteristics of farmers' information networks. Consequently, the general objective is to analyse how the diffusion of innovations in agriculture takes place, focusing on the agricultural producer. Two specific objectives are set out in articles 2, 3 and 4:

- 1) To analyse the dynamics of producers' innovation adoption through the following indices:
 - a. Cumulative index (articles 4 y 5)
 - b. Innovation Adoption Rate (TAI) (article 2) (Aguilar Gallegos et al., 2017; Muñoz Rodríguez et al., 2007; Susaeta et al., 2018; Zarazúa-Escobar et al., 2011).
 - c. Innovation Adoption Index (InAI) and Innovation Rapid Adoption Index (InRAI or SAI in English) (article 2, 4 and 5) (Aguilar Gallegos et al., 2017; Muñoz Rodríguez et al., 2007; Susaeta et al., 2018; Zarazúa-Escobar et al., 2011)

- 2) To analyse the actors' network of social relations through Social Network Analysis methods. Specifically, a mode 2 egocentric network analysis method is applied through the following metrics for items 2, 4 and 5:
 - a. Density network
 - b. Centrality degree
 - c. Betweenness degree

The central hypothesis of the article based on the bibliometric analysis (article 1) is that the study of the diffusion of innovations in agriculture involves several schools. The general objective is to analyse research trends on the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture. Three specific objectives follow from this: 1) to review scientific production; 2) to identify theoretical foundations through the bibliographic matching network; 3) to identify current research trends through the bibliographic matching network and the methodological review of research trends.

Finally, the hypothesis put forward for the article on the impact of confinement by COVID-19 is that this period of crisis has created both an impact on the way we consume and the way we produce fresh food. The objectives that follow from this hypothesis are twofold: 1) to analyse what changes have occurred in the consumption habits of Spaniards during the confinement; 2) to what extent the containment has affected agricultural producers and how they have responded to the emergency situation. Table 2 below summarises the objectives, research questions, methods, explanation of the analysis used and the main bibliographical references.

Table 2. Objectives, research question and methods of analysis

Paper	Objectives	Research Question	Method	Analysis	References
1. Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption / diffusion of innovations in agriculture. A bibliometric review	1) To review scientific output; 2) to identify theoretical foundations through the bibliographic co-citation network; 3) To identify current research trends through the bibliographic coupling network and the methodological review of research trends	1) What have been or are the trends in relation to the volume of publications? 2) What are the dominant theoretical and conceptual currents in the study of the diffusion of innovations in agriculture? And; 3) What types of methodologies are used and are most frequent in the applied and practical study of the processes of diffusion of innovations in agriculture?	1) Co-citation 2) Bibliographic coupling	Co-citation analysis measures the frequency with which two articles are cited together to identify relationships between research areas and the evolution of a scientific field. Bibliographic linking is a network analysis technique that measures the number of citations that two scientific articles share	(Aria et al., 2020) (Kleminski et al., 2020) (White & Griffith, 1981)
2. Diffusion of innovations in organic farming and Social Network Analysis: an application essay	1) To analyse the network of social relations of the selected actors, in each of the different categories of innovations; 2) To analyse the dynamics of producers' adoption of innovations; 3) To test the application of Social Network Analysis (SNA) to study the diffusion of innovations.	1) What are the characteristics of innovation networks? 2) What are the innovation adoption dynamics of the interviewed producers? 2) Is social network analysis useful to explain the knowledge-sharing	1) Innovation Adoption Rate (IAR) 2) Innovation Adoption Rates (INAI) 3) Innovation Adoption Rate Index (InRAI or SAI) 4) Degree Centrality (ARS)	TAI: Innovations adopted out of total innovations InAI: The reference years of adopted innovations are used to calculate the adoption rate of each farmers InRAI: The years of reference of the innovations adopted	(Aguilar Gallegos et al., 2017; Muñoz Rodríguez et al., 2007; Susaeta et al., 2018; Zarazúa-Escobar et al., 2011) (Perry et al., 2018)

1. Introduction. Structure and internal logic of the thesis: research questions, hypothesis and objectives

	3) To test the application of Social Network Analysis (SNA) to the study of the diffusion of innovations (hence the exploratory nature of this work).	relationships for the adoption of innovations?		are used to calculate the adoption speed of each farmer The total number of axes in relation to the total number of nodes is calculated to calculate the average degree. This indicates the average number of relationships with other agents	
3. Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19	1) to analyse what changes have taken place in the consumption habits of Spaniards during confinement 2) to what extent the confinement has affected agricultural producers and how they have responded to the emergency situation	1) How did the behaviour of consumers of fresh fruit and vegetables in Spain change during the period of confinement? 2) How did confinement affect Valencian agricultural producers?	1) Analysis of Food Consumption Panel data (Panel de consumo alimentario) (MAPA, 2023) 2) Survey of sustainable farmers in the Valencian Region (Likert scale)	1) Analysing consumption patterns through change in demand, prices and sales outlets. 2) Survey analysis of the impact of confinement on mobility, production, sales and institutional support.	
4. Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming	1) To identify the highest proportion of adoption of innovations 2) To identify farmers with the highest rate of adoption of innovations 3) To identify farmers with the highest speed of adoption of innovations 4) To analyse the influential agents in the adoption of agricultural innovations	1) Which innovations are the most adopted? 2) Which farmers have higher rates of innovation? Which farmers have innovated have higher rates of speed of innovations? Which agents influence the adoption of innovations?	1) Innovation Adoption Rate (IAR) 2) Innovation Adoption Rates (INAI) 3) Innovation Adoption Rate Index (InRAI or SAI) 4) Degree Centrality (ARS)	InAI: The reference years of adopted innovations are used to calculate the adoption rate of each farmer InRAI: The years of reference of the innovations adopted are used to calculate the adoption speed of each farmer The total number of axes in relation to the total number of nodes is calculated to calculate the average degree. This indicates the average number of relationships with other agents	(Aguilar Gallegos et al., 2017; Muñoz Rodríguez et al., 2007; Susaeta et al., 2018; Zarazúa-Escobar et al., 2011) (Perry et al., 2018)
5. Influence of social networks in the adoption and diffusion of innovations in the sustainable agriculture. The case of Valencia Region	1) To identify which farming systems (between agro-ecological and conventional, sustainable farming) have a higher adoption rate and speed of adoption of innovations 2) To map the networks of actors (farmers surveyed) and entities (their information sources) that act as drivers of innovation diffusion, i.e. to define and analyse the social networks in which farmers are embedded and which constitute their pathways for innovation diffusion and adoption [social network analysis].	1) Which innovations are the most adopted? 2) Which farmers have higher rates of innovation? Which farmers have innovated have higher rates of speed of innovations? Which agents influence the adoption of innovations?	1) Innovation Adoption Index (InAI) 3) Innovation Adoption Speed Index (InRAI or SAI) 4) Degree Centrality (ARS)	InAI: The reference years of adopted innovations are used to calculate the adoption rate of each farmers InRAI: The years of reference of the innovations adopted are used to calculate the adoption speed of each farmer The total number of axes in relation to the total number of nodes is calculated to calculate the average degree. This indicates the average number of relationships with other agents Through the degree of intermediation, the role of a node in the transmission of information or influence in a network is evaluated.	(Aguilar Gallegos et al., 2017; Muñoz Rodríguez et al., 2007; Susaeta et al., 2018; Zarazúa-Escobar et al., 2011) (Perry et al., 2018) (Marsden, 2002; McCarty et al., 2019; Perry et al., 2018; Wasserman & Faust, 1994)

Source: own elaboration

“Theoretical background” discusses the background theory related to the diffusion of innovations and social network analysis. The first subsection, “3.1 Invention, innovation and technological change”, reviews the understanding and meaning of innovation, as well as the streams of study and schools related to theories of diffusion of innovations until their consolidation, where various disciplines of study are involved.

The second subsection, “3.2 The analysis of personal networks in the study of diffusion of innovations”, analyses sociometry as one of the aspects that helped the consolidation and understanding of the theory of diffusion of innovations. In addition, a section on “3.2.2 Data collection methods and network typologies” has been added in order to gain a better Methodological understanding.

This is followed by a brief overview of the importance of innovation in the agricultural sector in section 4. In section “5. Trends in organic farming”, global trends in organic farming production are examined.

In summary, this section provides a comprehensive analysis of the theoretical background related to innovation diffusion and social network analysis, as well as a review of the importance of innovation in the agricultural sector and global trends in organic farming production.

3. Antecedentes teóricos y conceptuales

3. Theoretical and conceptual background

3.1 Invención, innovación y cambio tecnológico

El proceso de innovación con frecuencia ha sido considerado un fenómeno inusual, un misterio alojado en nuestro espacio mental, en ocasiones, como resultado de la inspiración y solo al alcance de los genios (Usher, 1929, p. 8). La mística del fenómeno se ha esclarecido gracias a los estudios psicológicos, neurológicos y de comportamiento humano. Gracias a estos estudios ahora podemos saber que forman parte de los procesos más simples de nuestra condición humana, sin embargo, las investigaciones neurocientíficas todavía buscan respuestas sobre cómo se generan las ideas creativas (Benedek, 2018; Fink et al., 2007). Usher⁴, en el 1929 entendió la innovación como “una parte integral del proceso de aprendizaje, una necesidad ineludible para el individuo como para el grupo en su conjunto” (p. 8). Estos procesos de aprendizaje e innovación son fruto de impulsos y necesidades, están presentes en nuestra vida social quedando adscrita a una ubicación geográfica. En la agricultura, las innovaciones han permitido hacer frente a multitud de situaciones como hambrunas mediante el incremento de la producción agrícola y disponibilidad de alimentos logrando seguridad alimentaria.

La secuencia lógica aceptada por la mayoría de los científicos sociales es que el proceso para adoptar una idea se resume en tres conceptos: el de invención, innovación y cambio tecnológico. Sin embargo, mientras el concepto de invención es claro (más acorde al uso popular para designar cualquier "cosa nueva" en el área de la ciencia, la tecnología o el arte), las líneas entre los conceptos de innovación y cambio tecnológico son menos claras y forman parte del debate económico (Ruttan, 1961).

De manera temprana, Schumpeter (1912) enfatizó la distinción entre innovación e innovador, así como la distinción entre invención e inventor. Según señala (Ruttan, 1961, p. 597-598) “Schumpeter no sólo rechazó la idea de que la innovación dependa de la invención de manera directa, sino que también afirmó que el proceso social que produce las innovaciones es claramente diferente "económica y sociológicamente" del proceso social que produce las invenciones”. La construcción social y económica de la innovación es uno de los factores clave para diferenciar los conceptos. Mientras que la invención es el descubrimiento relacionado con la ciencia o la técnica, un acto de creatividad intelectual, la innovación es la introducción de nuevas combinaciones de factores productivos, una decisión económica (Albornoz, 2009, p. 12-13). Así mismo, Schumpeter, caracterizó la innovación como la construcción de nuevas plantas y equipamientos, la introducción de nuevas empresas y el ascenso de liderazgo, siendo para Schumpeter la innovación una sucesión de eventos discontinuos.

Otra de las menciones que se realizan sobre el concepto de innovación es la del antropólogo H.G Barnett, quien alude a la innovación como una base de cambio cultural y la define como “cualquier pensamiento o cosa que es nueva porque es cualitativamente diferente” (Robertson, 1967, p. 14). Por su parte, el sociólogo Everett M. Rogers, al que nos referiremos más adelante, amplía la definición refiriéndose a la innovación como una

⁴ El libro “A History of Mechanical Inventions”, escrito por Abbott Payson Usher (1929) desarrolla la teoría de la invención y el concepto de evolución social como desarrollo continuo.

idea percibida como nueva por el individuo u otra unidad de adopción (Robertson, 1967; Rogers, 1995).

En la actualidad, es común recurrir al concepto de innovación recogido por la OCDE (2007) que lo define como la implementación de un producto nuevo o significativamente mejorado, un proceso, un nuevo método de comercialización, un nuevo método organizacional en la práctica de negocios, organización del lugar de trabajo o relaciones externas.

El concepto de innovación tiene un extenso significado y las producciones científicas que lo abordan van desde la medicina, la tecnología, las estructuras empresariales, la sociología a la educación, entre muchos otros.

El estudio del cambio tecnológico, por otra parte, comenzó a manifestarse en economistas durante el 1950 con la suposición de que el crecimiento económico estaba causado principalmente por el cambio tecnológico en lugar de por la infusión de capital en el sistema económico (Parayil, 1991, p. 293). La dialéctica entre la ciencia y la tecnología apuntan a que son sistemas autónomos e independientes pero relacionadas entre sí. El cambio tecnológico está relacionado con nuevos objetos tecnológicos, nuevas formas de uso, nuevas reglamentaciones y nuevos productos derivados de la tecnología (Arteaga et al., 1995). Así mismo, Parayil (1991) en “Technological Knowledge and Technological Change” subrayó que existe un profundo interés en el estudio del cambio tecnológico debido a la creencia de que es el responsable de los cambios sociales y del rápido desarrollo económico duradero. De este modo, sostiene que el conocimiento tecnológico es tácito en la medida que su transmisión es posible a través de tradiciones artesanales, las prácticas en la familia y los programas de aprendizaje (Parayil, 1991, p. 271). Esto es, la transmisión de conocimientos es cada vez menor a medida que el conocimiento pasa a formar parte del dominio público. Entre la ciencia y la tecnología, una difiere de la otra en que la segunda es una actividad visual con efectos visuales tangibles. Como se observa, está presente el hecho de que la transmisión de tecnología se puede difundir a modo de conocimiento a través de una idea y así es como numerosas actividades tienen su origen en un pensamiento y, por lo tanto, como señala el autor, atribuible a sofisticación cognitiva humana (Parayil, 1991). En este sentido, podemos decir que el cambio tecnológico puede ser visto como el resultado de una actividad de resolución de problemas y que tiene lugar en las actividades que los humanos realizan a través de sus estructuras organizativas individuales, dentro de las cuales podemos encontrar empresas, hogares, unidades sociales o agentes institucionales, entre otros. Este cambio tecnológico se caracteriza, además, por efectos combinados de actividades relacionadas como la invención, la innovación, el desarrollo, la transferencia y por supuesto, la difusión.

3.1.1 La difusión de innovaciones

El comportamiento espacial de las innovaciones hace que pongamos especial atención sobre la difusión, entendida como el proceso por el cual la innovación se propaga desde su fuente de invención hasta los adoptantes finales (Robertson, 1967). La difusión de

innovaciones ha suscitado el interés desde muy antiguo. Heródoto mencionó este proceso 500 años a.C y, más tarde, hacia el 1810, se le prestó una atención más sistemática por parte de antropólogos y etnólogos europeos (Kinnunen, 1996, p. 432). Algunas de las ideas de antropólogos los europeos fueron aceptadas por Gabriel Tarde (1843-1904), uno de los precursores de la sociología y psicología que teorizó sobre la difusión de las innovaciones (Katz et al., 1963). Entre las obras de Gabriel Tarde se encuentra las “Leyes de la imitación” (1903), una de las que más influencia tuvo en la difusión de las innovaciones. Basada en la psicología, explica los comportamientos sociales y actos de un individuo con la diferencia de que a lo que Gabriel Tarde se refirió como “imitación” ahora se le conoce como “adopción” (Kinnunen, 1996; Rogers, 1995, p. 39). La idea que se desprenden de “Las leyes de la imitación” es que un cambio social importante en sociedades requiere introducción de inventos y que cuanto más interactúe las personas, más probable es que los nuevos inventos puedan aparecer⁵. Gabriel Tarde también destacó la importancia de la comunicación e interacción humana y el papel de las élites para impulsa el desarrollo (Kinnunen, 1996).

Alternativamente a las obras de Gabriel Tarde, antropólogos ingleses y austriaco alemanes, también habían estudiado la difusión de innovaciones. Todos ellos son conocidos por las corrientes de pensamiento “difusionistas”, los cuales afirmaron que las innovaciones se difunden desde una fuente original, pero exageraron aplicando sus teorías argumentando que todo cambio social podría ser explicado únicamente por la difusión (Rogers 1995). Actualmente, el punto de vista dominante es que el cambio social se produce tanto por invención (el proceso por el cual se descubre o se crea una nueva idea) como por la difusión, que por lo general se producen de forma secuencial (Rogers 1995).

La investigación sobre la difusión de innovaciones tuvo periodos de mayor y menor actividad, pero uno de los estudios destacados que extendió el paradigma de la difusión de innovaciones llegó desde la sociología rural para el estudio de maíz híbrido que realizaron Ryan y Gross en 1943 (Ryan & Gross, 1943) bajo la influencia y adaptación de los conceptos de Durkheim y Pareto. Los investigadores percibieron que el uso de maíz híbrido se propagó como un efecto de “bola de nieve social” y los agricultores que adoptaban esta innovación ofrecían un estímulo en la adopción para los demás. Rogers (1995) realizó la apreciación de que el corazón del proceso de difusión consiste en intercambios entre redes personales y el modelado social entre individuos que anteriormente ya habían adoptado la innovación motivando a otros e influenciándolos para hacerlo.

En los diez años siguientes al estudio de Ryan y Gross, las investigaciones sobre la difusión no dejaron de aumentar y para el 1981 ya se contaba con más 3000 publicaciones sobre la difusión de innovaciones repartidas entre una gran variedad de campos como la educación, la antropología, sociología, medicina, marketing, geografía y sociología rural con escaso intercambio entre ellas (Rogers, 1995, p. 46). Pero si queremos situar a alguna disciplina en el comienzo de los estudios de la difusión de innovaciones esta es, sin duda, la antropología. Los antropólogos durante sus investigaciones preferían disponer de datos de primera mano por medio de observaciones o entrevistas evitando el enfoque

⁵ Según Kinnunen (1996) esta idea es original del antropólogo Francis Galton.

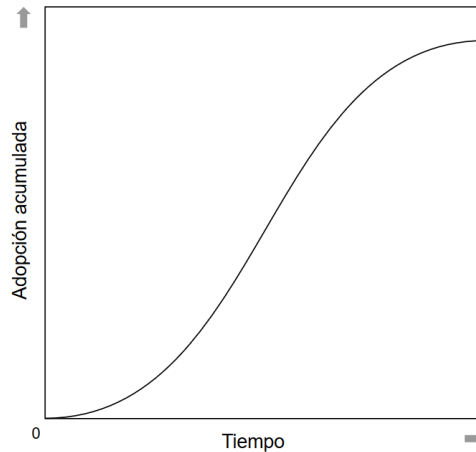
cuantitativo. Por ello, los primeros estudios de difusión por parte de antropólogos estaban basados en detalles de poblaciones limitadas. Sin embargo, los antropólogos hicieron grandes aportaciones preocupándose sobre cómo se transfieren las innovaciones tecnológicas de una sociedad a otra (Pelto, 1973; Sharp, 1952).

3.1.2 Comienzos y consolidación de la teoría de la difusión de innovaciones

Durante los años veinte y treinta del siglo XX, antropólogos y sociólogos se interesaron por la difusión de innovaciones aplicándose a problemas en gestión en ciudades o para analizar el papel de los medios de comunicación. Todo ello, con la finalidad de entender el comportamiento de la transmisión de ideas teniendo en cuenta los límites naturales o las fronteras. En 1940 la antropología continuaba teniendo un mayor interés en el campo de la difusión de las innovaciones y se realizaron estudios relacionados con fenómenos y rasgos culturales. Sucesivamente, diversas disciplinas se han ido sumando al interés del estudio de la difusión de las innovaciones, como, por ejemplo, el estudio de la difusión de prácticas agrícolas por sociología rural, estudios de salud pública por parte de la medicina y estudios realizados por los investigadores de marketing con el fin de conocer la aceptación de nuevos productos (Katz et al., 1963; Rogers, 1995).

Mientras la antropología avanzaba, la sociología también comenzaba a ponerse en marcha. Los primeros estudios sociológicos se centraban en una única innovación en una zona geográfica o región en particular tratando de explicar el cambio social (Rogers, 1995). Entre los primeros estudios podemos encontrar el de Bowers en 1938 que investigó la importancia de los canales de información intermedios frente a los personales. Aplicando un enfoque cualitativo llegó a la conclusión de que la distribución de adoptantes seguía un patrón temporal de una curva en forma de “S”, teniendo en cuenta, además, los factores físicos de la ciudad en el ritmo de innovación. La curva en forma de “S” que podemos observar en la Figura 1, es el resultado general de una regularidad observada en un proceso de difusión, donde al principio solamente unos pocos individuos adoptan la innovación mientras que, en periodos posteriores el número de adoptantes aumenta dentro de un periodo de tiempo y la difusión comienza a desarrollarse (Mahajan & Peterson, 1985, p. 8–9).

Figura 1. Curva de difusión en forma de “S”



Fuente: Mahajan & Peterson (1985)

La curva en forma de “S” ha planteado numerosas interpretaciones (Mahajan & Peterson, 1985, p. 9-10): a) que la tasa de difusión es una función del grado de ventaja económica de la innovación relacionada con la cantidad de inversión necesaria para adoptar la innovación y el grado de incertidumbre asociado a la misma (Mansfield, 1961) ; b) que la explicación de la difusión depende de la oferta y la demanda (Brown, 1981; Griliches, 1957; Robinson & Lakhani, 1975); c) que puede ser entendida como una perspectiva de aprendizaje (Casetti & Semple, 1969; Sahal, 1981); d) que puede ser entendida como la transferencia de información (Bernhardt & Mackenzie, 1972; Hägerstrand, 1968); e) o interpretada como una teoría basada en las comunicaciones para interpretar la difusión de diversos fenómenos (Rogers, 1995).

En la década de los 50 es cuando se produjo el verdadero incremento de investigaciones y el dominio del estudio de la difusión de las innovaciones llegaría desde la sociología rural gracias a los trabajos relacionados con la agricultura cuyas funciones eran a) formar a los estudiantes; b) investigar sobre problemas agrícolas, con el fin de ayudar a los agricultores y empresas; c) impulsar un servicio estatal de extensión agraria para difundir las innovaciones agrícolas (Rogers, 1995, p. 51). Entre los investigadores pioneros se encuentran Eugene Wilkening de la Universidad de Wisconsin, Herbert Lionberger de la Universidad de Missouri y los profesores de la Universidad Estatal de Iowa, George M. Beal y Joe M. Bohlen que continuaron con los estudios de Ryan y Gross. En los cincuenta, no obstante, los estudios de la difusión de innovaciones avanzaron, ya no solo gracias al uso de los enfoques cuantitativos sino también, al empleo de un enfoque estructural del análisis de redes sociales. Durante los años posteriores podemos encontrar obras de referencia que han marcado las distintas líneas de investigación en la difusión de innovaciones (Brown, 1981; Hägerstrand, 1965; Rogers, 1962; Sahal, 1981).

En primer lugar, la variable espacial es un elemento crucial para los geógrafos y que ha sido ampliamente estudiado en distintas disciplinas (Brown, 1981; Hägerstrand, 1968; Mansfield, 1968; Pred, 1981; Rogers, 1962). La distancia espacial y cómo afecta la accesibilidad a la innovación dependiendo del tipo de la fuente de comunicación es uno

de los aspectos en los que los geógrafos se han interesado durante décadas. El enfoque estructural del análisis de redes sociales y la difusión de las innovaciones fue aplicado desde el punto de vista espacial por Torsten Hägerstrand en la Universidad de Lund (Suecia). Hägerstrand y su futura esposa realizaron un estudio individual de los pobladores de Asby entre 1840 y 1940, llegando a recolectar más de diez mil patrones de migración. Hägerstrand no se conforma con la recolección descriptiva de los datos y, bajo la influencia de otros autores como Arthur Eddington, George Lundberg, A. J. Lotka, Moreno y Lewin, aplicó el enfoque estructural a sus estudios sobre la difusión de innovaciones. De esta manera, por medio de la simulación computacional y empleando modelos matemáticos pudo demostrar, a través de una secuencia de mapas, una simulación del proceso de difusión comparándolo con los datos que tenía de las tasas de adopción real. Estas simulaciones se expresaban por ciclos que iban pasando de un actor a otro por medio del “efecto vecindad” (Hägerstrand, 1952), que muestra la tendencia de que las innovaciones son más probables por efecto de la cercanía que de la lejanía, debido a que la frecuencia de contacto entre individuos tiene una relación inversa con la distancia geográfica (Cliff, 1968; Hägerstrand, 1952; Hägerstrand, 1965).

Hägerstrand planteó la hipótesis de que los agricultores eran más propensos a adoptar innovaciones en las proximidades y de esta manera estudió las innovaciones que tuvieron lugar en Asby durante dos periodos definidos. En el primer periodo, desde 1928, el gobierno sueco concedió a los agricultores pequeñas unidades de tierra para mejorar los pastos. En la Figura 2 se muestra que, en primer lugar, aparece un pequeño grupo de beneficiarios que fueron los primeros en adoptar las ayudas del gobierno, mientras que, a medida que la información se iba pasando de un agricultor a otro, el número de adoptantes iba aumentando. De la misma manera ocurre con la segunda secuencia, el gobierno ofrecía ayudas para el control sistemático de la tuberculosis del ganado bovino.

Figura 2. Casos de estudio sobre la difusión de innovaciones para la mejora del pastoreo (Fig. I a) y para el control bovino de la tuberculosis (Fig. I b)

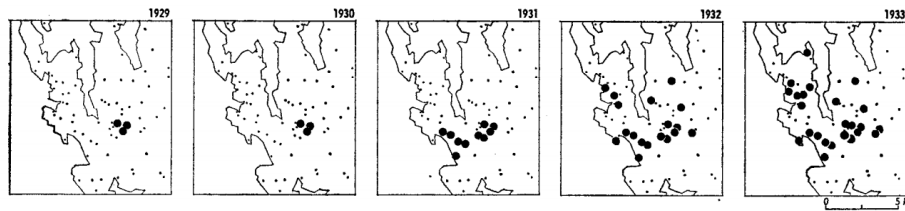


FIG. I a

Spread of subsidy for improved pasture on small farms.
Small points : potential adopters. Black dots : adopters.

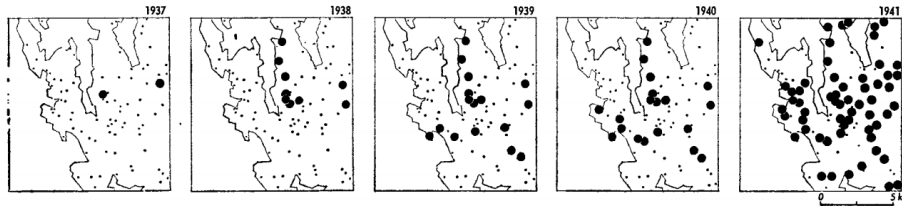


FIG. I b

Spread of systematic control of bovine tuberculosis.
Small points : potential adopters. Black dots : adopters.

Fuente: Hägerstrand (1965)

Los estudios sobre el “efecto vecindad” (Bjørkhaug & Blekesaune, 2013; Cliff, 1968; Johnston, 1986; Wolfe & Burghardt, 1978) sugieren que la difusión de la información dentro de un grupo está relacionada con la actitud del líder de opinión, si el líder acepta la innovación, con el paso de tiempo será replicada por otros miembros del grupo donde, además, hay que tener en cuenta que existe una relación inversa entre la velocidad de transmisión y la distancia geográfica. Esto se expresa en que un líder de opinión acepta una innovación en el momento $t = 0$ en cualquier $t > 0$ los adoptantes posteriores tienen que ser mapeados o identificados como 1) un grupo alrededor del líder de la innovación y; 2) como los primeros seguidores del líder mientras que 3) aparecerán grupos de adoptantes rezagados (Cliff, 1968, p. 75).

Hägerstrand adoptó una de las ideas principales de la sociología, que es que la adopción de nuevas prácticas entre agricultores depende de la difusión de información entre ellos y que dicha información proviene de medios de comunicación y contactos personales, indicando que la difusión espacial puede estar limitada a un número de contactos locales y que, mientras más lejos estén las personas de los primeros adoptantes, más tarde adoptarán las innovaciones (Webber et al., 2006, p. 487).

En segundo lugar, Lawrence A Brown, un conocido geógrafo de la Universidad de Ohio aplicó su modelo obteniendo resultados que demostraban que la variable espacial era realmente importante (Brown, 1981; Brown & Lentnek, 1973). Para Brown y Lentnek (1973), la difusión de la innovación se ha considerado en gran medida en un contexto de comunicaciones, prestando especial atención a los procesos mediante los cuales se persuade a un individuo a adoptar. Brown entendía que el modelo de adopción es solamente uno de los procesos involucrados en la difusión de innovaciones reconociendo tres afirmaciones que explica detalles empíricos (Webber et al., 2006): 1) que los

proveedores de innovación adaptan las innovaciones a los gustos de las personas estableciendo organismos a través de la cual la innovación se distribuye por la población; 2) que la difusión tiene repercusiones en el bienestar de las personas y en la desigualdad; 3) más tarde estableció la perspectiva de que la difusión se complementa de tres aspectos: el comportamiento de los proveedores, el proceso de adopción y los impactos.

El hecho de adoptar una innovación puede responder a lo que Brown & Lentnek (1973) se refieren como casos monofásicos o polifásicos⁶ (p. 275-276). Una adopción de tipo monofásica corresponde a la adquisición de la información y a su salida o materialización de la innovación, es decir, la adopción misma, mientras que una adopción de tipo polifásico se basa en todo lo anterior pero añadiendo un flujo secundario, que es su materialización comercial y que está relacionada con los costos significativos y una variación de lugar de la adopción.⁷ Propiamente dicho, una adopción polifásica está caracterizada por un flujo secundario capaz de mover la innovación monofásica. Para Brown y Lentnek (1973 p. 279), esta secuencia de adopción debe tener un componente de rendimiento marginal, donde, además, los factores de lugar y situación desempeñan funciones diferentes.

De esta manera, la obra de Brown está enfocada desde una perspectiva de adopción o consumo, refiriéndose, no tanto a la innovación individual o las características demográficas y personalidad de los adoptantes, sino a los mecanismos de mercado en infraestructura utilizada por los propagadores de innovaciones comerciales, gubernamentales y sin fines de lucro. Brown, como geógrafo interpreta la difusión de innovaciones desde una perspectiva espacial, basada en la obra de Hägerstrand, la cual enfatiza que la distancia entre adoptante y propagador afecta al tiempo relativo de adopción (Deshpande, 1983, p. 328). De este modo, conceptualiza la difusión de innovaciones como un proceso que abarca tres actividades (Brown, 1981; Deshpande, 1983): 1) el establecimiento de agencias de difusión, donde se distribuye la innovación a la población; 2) el establecimiento de la innovación, como acciones y estrategias implementadas por las agencias entre la población y; 3) la adopción de la innovación, como parte de la búsqueda y adquisición de la innovación por parte de la población.

En tercer lugar, los aportes de Rogers están más en consonancia con la obra de Brown (1981) y Hägerstrand (1965). El trabajo que realiza Rogers es apreciado en la medida que es crítico de su propio trabajo. Rogers trata la difusión de las innovaciones como sociólogo rural y bajo las teorías de las comunicaciones desde varias perspectivas: 1) donde identifica las cuatro características clave de la difusión de innovaciones: la innovación, los canales de comunicación, el tiempo relativo de adopción y el sistema social; 2) empleando un modelo de jerarquía de los efectos de la difusión de innovaciones

⁶ Para Brown & Lentnek (1973), “Entre los ejemplos de innovaciones monofásicas se incluyen las relacionadas con un esfuerzo económico, como un híbrido de maíz o un fertilizante, así como las innovaciones utilizadas directamente por el adoptante en su vida cotidiana, como una máquina de coser o un complemento alimenticio” (p. 276), mientras que un ejemplo de adopción polifásica “es el paso de la agricultura tradicional a la agricultura comercial o, en el presente caso, de la lechería tradicional a la comercial. Sin embargo, el flujo secundario también puede consistir en el transporte desde un punto de distribución hasta el adoptador de alguna energía necesaria para el funcionamiento de la innovación” (p. 276)

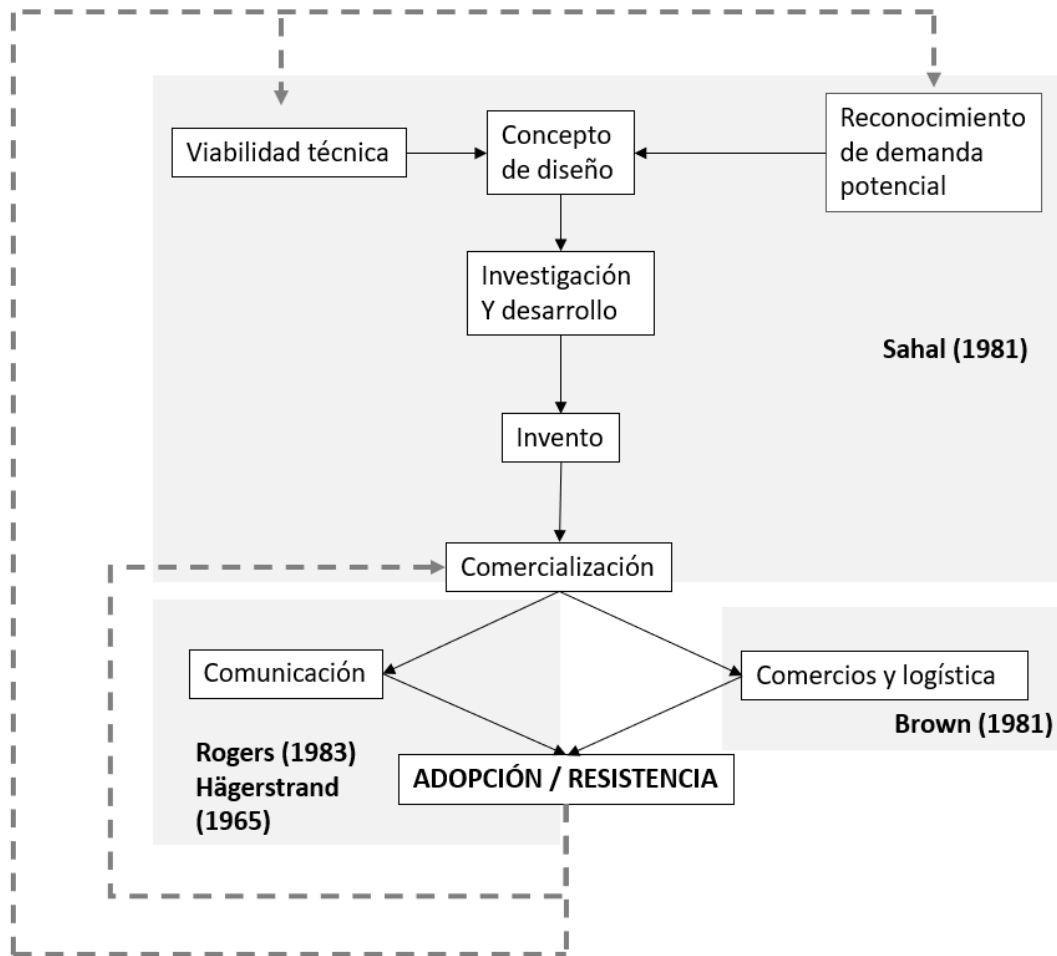
en cinco etapas de conocimiento como son, el conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación; 3) las categorías de los adoptantes: innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados; 4) las características de los líderes de opinión y agentes de cambio y; 5) y las propias características de las innovaciones como: la ventaja relativa, la compatibilidad, la complejidad, la visibilidad y la posibilidad de probarla. Rogers (1995) examina la parte ética de promover las innovaciones, ya que no siempre afecta de manera positiva y hace referencia a diferentes sesgos que suelen encontrarse en el estudio de la difusión de innovaciones.

En primer lugar, hace referencia al “sesgo pro-innovación” refiriéndose a que hay una suposición de que todas las innovaciones son buenas para las personas y que, las personas que resisten al cambio, no están aprovechando esa innovación. En segundo lugar, Rogers plantea que la tendencia es preocuparnos más por los adoptantes de innovaciones que por los que resisten a la adopción. En tercer lugar, existe el sesgo de la parcialidad o sesgo-fuente donde se entiende a estudiar los organismos que promueven la difusión de innovaciones en lugar de los potenciales adoptantes. Para el caso, Rogers sugiere aplicar un enfoque estructural de redes de difusión de manera que también participen un mayor número de individuos involucrados. En cuarto lugar, en el estudio de la difusión de innovaciones, al igual que ocurre con el análisis de redes sociales existe el problema de recuerdo. Este problema es inherente a cualquier estudio de estas características donde el entrevistado tenga que esforzarse en recordar, personas, lugares, años, e innovaciones. El cualquier caso, alguna de las alternativas que se plantean es de disponer de un cuestionario de respuestas múltiple. Finalmente, en quinto y último lugar, Rogers señala que a menudo, la difusión de innovaciones amplía la brecha socioeconómica.

En cuarto lugar, la obra de Sahal (1981) “Patterns of technological innovation”, aporta una interesante discusión sobre las etapas previas a la innovación. Sahal, difiere de las etapas mencionadas anteriormente, centrándose principalmente en las innovaciones organizativas estando más cerca de la obra de Brown que de la obra de Rogers. Para Sahal las características de la innovación influyen tanto en la ratio de adopción, como en los posibles usos que tengan la innovación. Además, sugiere que los cambios que se produzcan en las características tecnológicas influirán en la extensión de la adopción. De esta manera, el autor se centra en el proceso de innovación tecnológica y cómo puede inducir a una posterior difusión que en la propia unidad de adopción.

Otra cuestión es que existe abundante literatura sobre el estudio de modelos de difusión de innovaciones, una perspectiva que se introdujo en el marketing a mediados de los años sesenta (Bass, 1969; Dodson & Muller, 1978; Iacobucci, 1996; Mahajan et al., 2000; Mahajan & Peterson, 1985; Sharif & Ramanathan, 1982). Los estudios estaban dirigidos a entender el crecimiento de las ventas de una innovación y de los factores que determinan el proceso de difusión podemos encontrar dos niveles de análisis (Martín, 1996, p. 35). En el primero, podemos encontrar dos perspectivas, la de estudios a nivel agregado y a los estudios a nivel individual. Los estudios a nivel agregado analizan la reacción colectiva del mercado potencial y son estudios a gran escala. En el segundo enfoque se estudian las reacciones a escala individual y tratan de entender qué factores influyen en la probabilidad de adopción de una población heterogénea.

Figura 3. Esquema del marco teórico conceptual referidas a las obras de Hägerstrand, Brown, Rogers y Sahal.



Fuente: adaptación a partir de Deshpande (1983)

En resumen y, como se observa, se realizaron destacadas contribuciones durante la segunda mitad del siglo XX que sirvieron para establecer los pilares de un marco teórico conceptual lo suficientemente consistente sobre la difusión de innovaciones para aplicarlo ya no solo a modelos probabilísticos sino para ser aplicado en otras disciplinas. Como se resume en la Figura 3, Rogers y Hägerstrand centraron sus investigaciones dentro del marco de la adopción de innovaciones relacionada con las teorías de las comunicaciones, Brown hizo lo propio enfocado en el comercio y la logística, mientras que Sahal se enfoca en las etapas previas a la difusión tecnológica desde una perspectiva económica y organizacional.

3.1.3 La adopción y difusión de innovaciones en la agricultura

Como ya se ha comentado, los inicios de este tipo de investigaciones en el campo de la agricultura fueron los realizados por Ryan & Gross (1943). Más tarde, se construirían argumentos sólidos que darían lugar a la teoría de la difusión de innovaciones, que trataba de explicar y predecir cómo se difunden las innovaciones a través de las variables espacio y tiempo, según los grupos de personas y características de las innovaciones (Brown, 1981; Hägerstrand, 1968; Rogers, 1995). En estos trabajos se atiende al análisis individual empleando como unidad de observación fundamental las relaciones personales: entre individuos, con el medio ambiente y con las instituciones (Rogers, 1995). Estos modelos teóricos se aplicaron en multitud de estudios, con la finalidad de aumentar el ritmo del proceso de adopción, justo en un momento donde la agricultura estaba teniendo su mayor auge, la Revolución Verde. Durante muchos años los estudios de difusión ayudaron a comunicar las nuevas ideas tecnológicas a los agricultores. Los objetivos prácticos de aumentar el ritmo estaban basados en la retroalimentación del agricultor al investigador, en base a si las innovaciones conocidas habían sido adoptadas (Lacy, 2001, p. 46).

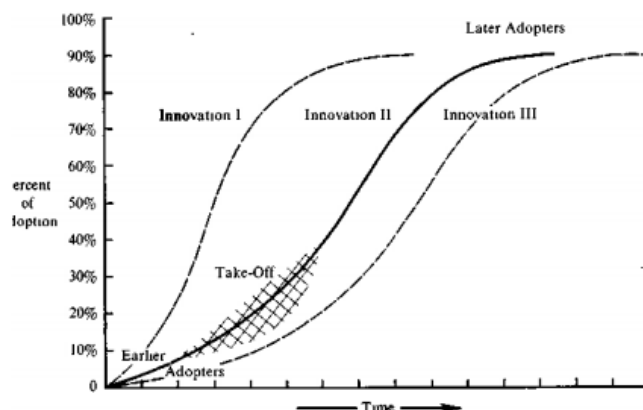
Las críticas al modelo no se harían de esperar, por ejemplo, en la revisión bibliográfica realizada por Feder & Umali (1993), concluyeron, al igual que Rogers (1995), que las intervenciones de la política para promover la adopción de tecnología no siempre aumentaban el bienestar. No obstante, en esta revisión bibliográfica se señalaron factores críticos e importantes de la difusión de innovaciones. Como aspecto importante para la difusión, destacaron el tipo de tecnología, así como sus interacciones, la estructura del mercado, la intervención normativa y factores críticos determinantes en las fases iniciales de adopción como son, el tamaño de la explotación, el crédito, la tenencia y la educación se habían desvanecido en las últimas etapas del ciclo.

Como vemos, la difusión de innovaciones tiene una larga trayectoria de estudio teórico conceptual teniendo una base sólida debido al gran volumen de estudios que respalda el concepto, desde múltiples disciplinas, como son la geografía, las ciencias de la salud, la sociología, la economía la agricultura entre otras muchas (Brown & Lentnek, 1973; Dearing, 2009; Hägerstrand, 1968; Rogers, 1995; Valente, 2005; Weir & Knight, 2000).

A partir del ya mencionado de Rogers (1995), se desarrollaron cientos de investigaciones que han puesto el foco en la difusión de innovaciones, renovándose y trabajando con modelos de difusión sofisticados, entre ellos, los aplicados a los modelos de redes de difusión (Carrington et al., 2005).

El estudio sobre la difusión de innovaciones es el proceso que trata de entender cómo los miembros de una población adoptan una nueva idea o (1) *innovación* y es *comunicada* a través de ciertos (2) *canales* a través del (3) *tiempo* entre miembros de un (4) *sistema social* (Rogers, 1995; Valente, 2005). Para Rogers (1995), estos cuatro elementos (comunicación, canales, tiempo y sistema social) son identificables en cada proceso de difusión, dándose a partir de una secuencia ordenada de eventos para adoptar una nueva idea. Incluso cuando tiene obvias ventajas para adoptar una innovación, a menudo es muy difícil, y muchas innovaciones requieren un largo periodo de tiempo para su adopción, en ocasiones años. Por lo que difundir una innovación puede tener tanta dificultad como la propia invención. Por lo tanto, a menudo el problema de muchos individuos y organizaciones es saber cómo acelerar la ratio de difusión e innovaciones.

Figura 4. Diffusion process by which (1) an innovation (2) is communicated through certain channels (3) over time (4) among the members of the social system



Fuente: Rogers (2003)

3.2 El análisis de redes personales en el estudio de la difusión de innovaciones

Al igual que la difusión de innovaciones, el desarrollo del análisis de redes sociales ha tenido una trayectoria fragmentada con periodos de mayor y menor actividad donde también han intervenido diversas escuelas o tradiciones y disciplinas. Sin embargo, hacia los años cincuenta el análisis de redes sociales dotó a los estudios de la difusión de innovaciones de algo fundamental, el enfoque estructural, cuyo origen se sitúa durante el siglo XIX y XX por Gustave Le Bon (1897-1995) (Le Bon, 2007). Le Bon adoptó un enfoque estructural diferente estudiando el comportamiento de masas en relación al flujo de información entre individuos. Sin embargo, la contribución más explícita fue la de Georg Simmel (1908-1971) (Simmel & Levine, 1971), afirmando que “la sociedad existe ahí en donde un número de individuos interactúan”.

No obstante, si hay que destacar a un investigador por ser el motor de la sociometría, sin duda es Jacob Moreno (Moreno, 1937, 1953). Jacob Moreno comenzó a trabajar con diagramas sociométricos sobre beneficios terapéuticos. Moreno viajó desde Austria a Estados Unidos donde conoció a Helen Hal Jennings, una estudiante de postgrado de la Universidad de Columbia. Helen Jennings jugó un papel muy importante en los trabajos de Moreno (Moreno & Jennings, 1938, 1960). Durante este periodo, buena parte de las aportaciones de la perspectiva estructural venían del campo de psicología, donde se empleaban técnicas sociométricas para estudiar los sentimientos de las personas. En aquel periodo, Jacob Moreno fundó dos revistas, la primera, *Sociometric Review*, la cual fue cerrada para un año más tarde crear la revista *Sociometry*. Otro actor destacado en la trayectoria de Moreno fue Paul Lazarsfeld, sociólogo y matemático de la Universidad de Columbia. Lazarsfeld trabajó el análisis de probabilidades.

Años más tarde, Paul Lazarsfeld y Robert K. Merton en la Universidad de Columbia a mediados de los cincuenta desarrollaron un enfoque de análisis de redes sociales

(Lazarsfeld & Merton, 1954). Lazarsfeld comenzó estudiando el comportamiento del consumidor y el impacto del desempleo para más tarde estudiar el impacto de la radiodifusión en el comportamiento. Lazarsfeld y Merton trabajaron de manera conjunta y colaboraron en muchos proyectos sobre comunicación y sobre la amistad (Lazarsfeld & Merton, 1954). Freeman destaca, sin embargo, que la mayor contribución que hicieron es formar estudiantes como Coleman, Menzel y Katz, que estudiaron los factores sobre la difusión de información entre médicos (Coleman et al., 1957). Según apunta Freeman, Lazarsfeld había trabajado con Moreno y Jennings y había recibido la influencia de estos.

El enfoque estructural de Lazarsfeld fue aplicado por el citado sociólogo rural Everett M. Rogers en sus investigaciones para el estudio de la difusión de innovaciones en granjeros de zonas rurales bajo un enfoque sistemático representado por medio de grafos y cálculos matemáticos, es decir, Rogers aplicó el análisis de redes sociales en sus investigaciones, con lo que más tarde el propio Everett M. Rogers escribiría la obra referente para el entendimiento y estudio de la difusión de innovaciones, "Diffusion of innovation" en 1962 (Rogers, 1962). De esta manera, Rogers emplearía lo que para (Freeman, 2012) define las cuatro características fundamentales del el análisis de redes sociales (p. 3):

1. El análisis de redes sociales parte de la intuición estructural de la existencia de lazos que ligan a actores sociales.
2. Está basado en información empírica sistemática
3. Hacia amplio uso de imágenes gráficas, y
4. Utiliza modelos matemáticos o computacionales

Everett Rogers fue un estudiante de sociología que aplicó técnicas sociométricas a la difusión de innovaciones. Había leído a Jacob Moreno e influenciado por sus ideas, realizó 155 encuestas a granjeros en Iowa. Además, estudió los patrones de difusión de información utilizando un enfoque sociométrico en el tiempo y consiguió aplicar un enfoque estructural para analizar la adopción y difusión de innovaciones. Más tarde se vio influenciado por Lazarsfeld y el grupo de Columbia y realizó análisis estructurales más complejos. Como recoge (Freeman, 2012) en su libro sobre el desarrollo del análisis de redde sociales, "una aplicación apropiada del modelo de Lazarsfeld (el que él empleó para estudiar comportamiento electoral) sería la siguiente: las ideas sobre tecnología agrícola fluyen a menudo de fuentes impersonales hacia los consumidores; los que primero las adoptan las transmiten a su vez al resto de la población".

Rogers, tras su paso como profesor por la Universidad Estatal de Ohio fue a trabajar al Departamento de las Ciencias de la Comunicación en la Universidad de Michigan. Su trabajo continuó y formó alumnos en el análisis de redes sociales y realizó importantes contribuciones. Rogers continuó con sus investigaciones dedicadas al proceso de difusión en el tiempo y realizó clasificaciones por etapas a los granjeros según el ritmo de adopción.

Hacia mediados de los años 60 la sociología había encontrado consenso y un marco común para el estudio de la difusión de innovaciones produciéndose un gran número de investigaciones. El auge de las publicaciones coincidía con una verdadera revolución

agrícola debido a que comenzaba a generalizarse el uso de maquinaria, pesticidas, fertilizantes, etc. Comenzaron a usarse modelos de difusión para entender el comportamiento de la comunicación de las innovaciones entre los agricultores. En los años posteriores las investigaciones se realizaron en países en desarrollo, el papel que tendrían estas investigaciones sería para planificar una correcta difusión y poder acelerarla.

Sin embargo, no tardaría en aparecer las primeras críticas debido a que las investigaciones se dirigían en su mayoría a cómo se difundía el uso de la tecnología y no a las consecuencias e impacto que podía tener su uso, ya que los centros de investigación, a través de recursos estatales se dedicaron a fomentar el uso de las innovaciones para aumentar la producción agrícola. James Hightower en 1972 criticó a las universidades que estaban realizando estos estudios por ser impulsoras de las innovaciones sin tener en cuenta las consecuencias sociales que tendrían.

Buena parte de estos estudios analizaron la difusión de innovaciones empleando técnicas sociométricas con el fin de saber cómo se difunde la información de las innovaciones entre individuos.

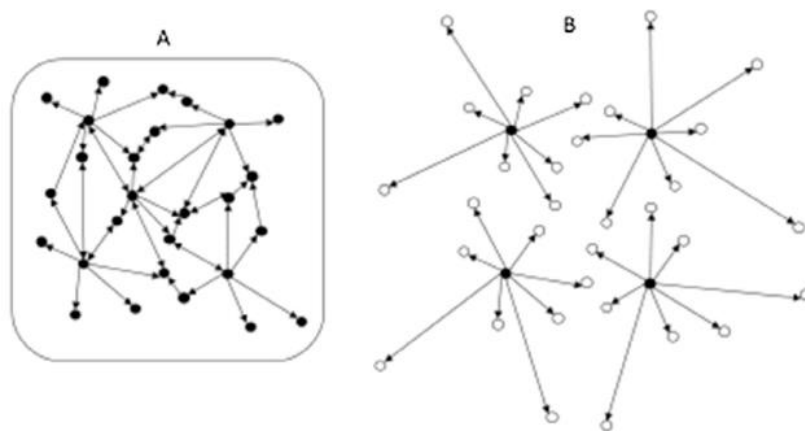
3.2.1 Sociometría y diseños de investigación

Los dos grandes diseños de investigación que podemos encontrar en el análisis de redes sociales son: el diseño de investigación de redes sociocéntricas y el de redes egocéntricas (McCarty et al., 2019; Molina, 2005; Perry et al., 2018; Wasserman & Faust, 1994). Las investigaciones sociocéntricas está dirigida a un conjunto de actores previamente acotados y que forman parte de una red social completa de un conjunto predefinido de nodos (Chung et al., 2005; Matous, 2017). Dentro de este enfoque pueden responderse preguntas como cuáles son los patrones de flujo de comunicación dentro de una comunidad. La cuestión subyacente es que los miembros de un grupo interactúan más que un grupo de miembros seleccionados al azar, por ello en las redes sociocéntricas se interesan en identificar patrones estructurales en una red donde todos los actores son conocidos (Chung et al., 2005, p. 2; McCarty et al., 2019). Este método, según relata Chung et al. (2007), es el enfoque estándar para recopilar datos que consiste, por lo general, en una lista de los nombres de los actores en la forma de matriz de adyacencia en función de una pregunta generadora de nombres (Wasserman & Faust, 1994). Algunos de los primeros análisis de redes sociocéntricas se llevaron a cabo en escuelas (Moreno, Jennings, & Stockton, 1943; Wellman, 1926). Para el estudio de los procesos de difusión se aplicaron métodos sociocéntricos (Fowler & Christakis, 2008)

En las redes sociales bajo un enfoque egocéntrico nos referimos al nodo seleccionado en la muestra como “ego” mientras que los nodos “alter” proceden del entorno inmediato del “ego” siendo este sujeto quien proporciona la información. También se parte de una muestra predefinida de nodos, pero se diferencia de la red sociocéntrica, que la pregunta sobre el flujo de información no se realiza en una red completa o previamente acotada, sino que se dirige a una red abierta, previa selección de los nodos a partir de una muestra.

De esta manera, el análisis de redes ego está enfocado a conocer el entorno inmediato del nodo o ego dentro de un plano no acotado (Perry et al., 2018). Dentro de la tipología de redes podemos encontrar núcleos de redes densos y redes de tipo arbóreo las cuales pueden romperse fácilmente debido que al perder un eslabón de la cadena la red queda fragmentada. Este planteamiento se utiliza para entender los modelos epidemiológicos y redes de transmisión (Valente, 2005), pero también es aplicado al enfoque de la difusión de innovaciones ya que la ruptura de un nodo del núcleo estructural de la red puede hacer que no llegue a los miembros deseados (Perry et al., 2018). Entre la elección de un enfoque sociocéntrico a uno egocéntrico es que en el segundo se puede tomar una muestra probabilística de una población amplia, como, por ejemplo, un país, y extrapolar los datos, mientras que con el primero habría que encuestar a toda la población del país, siendo inviable (Perry et al., 2018).

Figura 5. a) red sociocéntrica; b) red egocéntrica



Fuente: Matous (2017)

Como señala Perry et al. (2018) citando a Pescosolido & Rubin (2000), subyacente al objetivo de saber por qué los egos tienen determinados alter en común, está la proposición teórica de que el tiempo histórico, el espacio geográfico y social dan forma a las oportunidades y limitaciones de las interacciones sociales.

Estudios como el de Coleman et al. (1957), explicaban los procesos sociales de difusión entre ensayos iniciales de un medicamento por parte de unos pocos médicos innovadores, empleando un técnicas sociométricas. Por medio de un enfoque egocéntrico de generador de nombres se entrevistó a 125 médicos generales, internistas y pediatras con preguntas como: 1) quién recurrió para pedir consejo e información; 2) con quién hablaba más a menudo de sus casos durante la semana; 3) a quién veía más a menudo socialmente (Chung et al., 2005, p. 3). Como señala Chung et al. (2007, p. 3) a partir de Coleman et al. (1957), se encontró que los médicos más especializados en su profesión fueron más rápidos en recetar que en comparación con los médicos generales que estaban más orientados al paciente y, que los que estaban integrados dentro de grupos de iguales, adoptaban el nuevo medicamento más rápido que en comparación con los que estaban más aislados. Otras publicaciones como la de la Nature Reviews Neurology (Dhand et al., 2016), plantea un enfoque de redes egocéntricas para mapear las redes personales

relevando hábitos y patrones que podrían entender los comportamientos de salud de los pacientes con problemas.

Tabla 3. Comparación de diseños de investigación de red sociocéntrica y egocéntrica

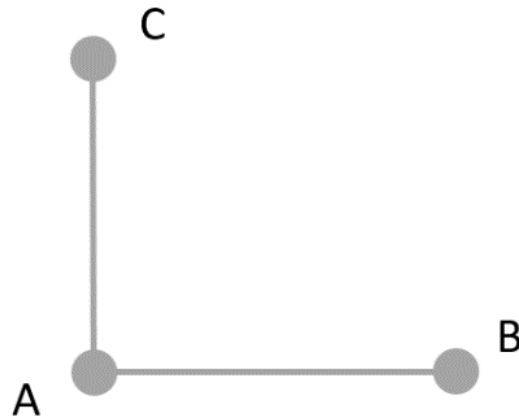
Cuestiones	Red sociocéntrica	Red egocéntrica
Captura de la posición de los nodos	Sí	Sí pero limitado a los lazos directos
Medición de los lazos indirectos o ausentes del ego	Sí	No
Muestreo aleatorio	No a nivel de nodos; se pueden muestrear redes enteras	Sí
Generalización	Problemática para el análisis de nivel de nodos y díadas; mitigada por las réplicas	Sí
Anonimato	No, sólo confidencialidad	Sí
Limitaciones de tamaño	Sí, para datos de encuesta	No
Datos faltantes	Muy problemático	Menos problemático
Especificación de límites	Normalmente un dominio o contexto, como un grupo natural	Se pueden obtener "alters" de muchos dominios diferentes
Datos alter reportados o percibidos por el ego	Alter-reportado ideal para estudios de capital social	Ego-percibido; Ideal para estudios de influencia social
Recolección de datos con o sin ayuda	Típicamente con ayuda, reduciendo los errores de memoria	Sin ayuda, vulnerable a los errores de memoria
Riqueza de los datos	Limitada por la carga sobre los encuestados	Menor carga permite preguntas detalladas

Fuente: Perry et al. (2018)

Entre los estudios de redes egocéntricas más destacados se encuentra el de Granovetter (1973) (McCarty et al., 2019; Perry et al., 2018), referido a la investigación de las redes de difusión de información en una comunidad a través de la teoría de la fuerza de los lazos débiles. Granovetter realizó entrevistas de una muestra de población para saber cómo se buscaba trabajo, obteniendo como resultado que la gente se enteraba de oportunidades a través de personas que conocía. Según McCarty et al. (2019), esto ocurría porque los conocidos conectaban al ego (el encuestado) con otros círculos sociales que en un principio el ego no tenía. En este sentido, la fuerza de los vínculos es uno de los componentes relevantes que combinan tiempo, intensidad emocional (confianza mutua) y los servicios recíprocos que caracterizan el vínculo, siendo aspectos independientes el uno del otro, aunque por lo general, interrelacionados. La idea de los lazos débiles o fuertes, es decir, compromisos a corto o largo plazo, que sugiere Granovetter es que la relación entre un individuo "A-B" y "A-C" existe en el tiempo y que "C" dedica tiempo a "B" conectándose con lazos fuertes, es que la relación entre B y C serán probablemente parecidas entre sí y con ello aumenta la probabilidad de amistad (Figura 7). En este sentido, existe una redundancia entre individuos con los que tenemos lazos fuertes mientras que los lazos débiles posibilitan los puentes hacia otros entornos sociales (Gómez & Verd, 2013). La teoría de Granovetter sobre las "triadas prohibidas" se basa en la dificultad de un agente para mantener dos relaciones fuertes como componentes

aislados. Es decir, si existen relaciones fuertes entre dos puntos “A-B” y “A-C (Figura 6) es probable que, al menos, en condiciones aleatorias, exista un vínculo débil entre “C” y “B” (Gómez & Verd, 2013; Granovetter, 1973). De esta manera, se deduce que los lazos débiles nunca actuarán como puente (McCarty et al., 2019).

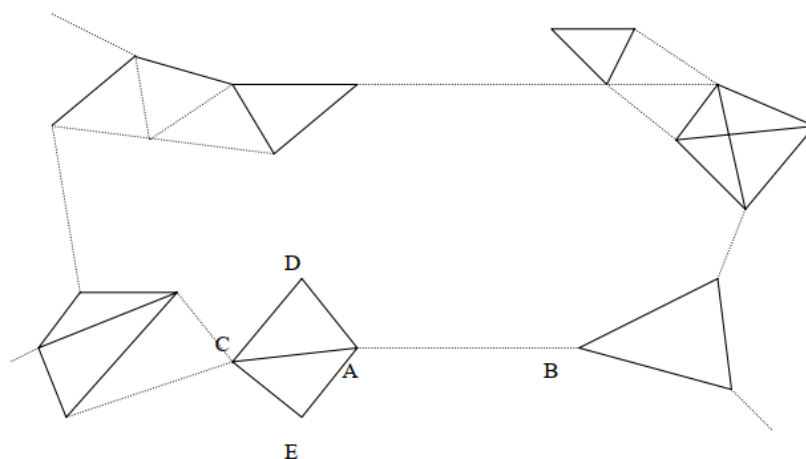
Figura 6. La “Triada prohibida”



Fuente: Granovetter (1973)

Otro de los argumentos que se emplea en la teoría de redes es el de puente o “bridge”, que es cuando una parte de la red se conecta con otra red diferenciada conectando con grupo sociales distintos. En el ejemplo de la Figura 7 queda ilustrado el efecto puente dada la conexión de dos grupos diferenciados entre A y B.

Figura 7. Ejemplo de red sobre la fuerza de los lazos débiles



Fuente: Granovetter (1973)

Como señala Homans citado por Granovetter “cuanto más frecuentemente las personas interactúan las unas con las otras, más acertados serán sus, cada vez más fuertes, sentimientos de amistad” (Granovetter, 1973, p. 3). Mientras los lazos fuertes están caracterizados por relaciones sostenidas y frecuentes, los lazos débiles están formados por relaciones simples. La teoría de Granovetter sugiere que los enlaces débiles pueden llegar a ser fuertes cuando las relaciones están diversificadas y pueden llegar a entrar en otros grupos de redes formando lazos fuertes. De esta manera, desde el punto de vista empírico, se ha demostrado la importancia de los lazos débiles en la movilidad laboral (Rajkumar et al., 2022).

Desde la sociología y la antropología se han realizado una gran cantidad de estudios basados en la difusión de innovaciones con aproximaciones sociométricas, pese a ello, estos estudios, según se basan en parámetros comunes, como lo es el registro de individuos que adoptan innovaciones en un tiempo determinado, mientras que unos individuos reciben muchas innovaciones y pueden estar caracterizados como centrales los que adoptan pocas quedan entendidos como marginales. Según señala Granovetter, esto no está exento de controversia y, como muestra el estudio visto anteriormente (Coleman et al., 1966) de la adopción de un nuevo fármaco, se señala que los 18 doctores más nombrados innovaron de manera más temprana. La respuesta a la pregunta sobre si los innovadores tempranos son centrales, concluyó que cuando un nuevo programa se considera como seguro y sin controversias las figuras centrales son las primeras en adoptarlo y de no ser así los marginales no lo hace (Granovetter, 1973). No obstante, en relación a los adoptantes marginales, en una primera fase de adopción los primeros adoptantes de una innovación son marginales y el siguiente grupo que es el de adoptantes tempranos pertenecen a una parte mucho más integrada del sistema social (Rogers, 1995). En este sentido, la resistencia al riesgo es uno de los factores predominantes en el momento de adoptar una actividad arriesgada o que se desvíe de la norma pese a ello tiene que haber un determinado número de personas que se expongan a la innovación e intenten adoptarla. De esta manera, los individuos con lazos débiles están mejor situados para difundir innovaciones difíciles ya que actúan como puentes locales.

En las redes egocéntricas vemos que es extrapolable la fuerza de los vínculos de las redes generando redes densas cuando existen vínculos o lazos fuertes y redes menos densas cuando los vínculos son débiles. No obstante, Granovetter señala un punto de incertidumbre que existe en el estudio de las redes egocéntricas y que no hay acuerdo general en cuanto a si hay que incluir a los contactos de los contactos de las redes ego (Granovetter, 1973).

3.2.2 Métodos de recolección de datos y tipologías de red

El enfoque egocéntrico tiene la ventaja de partir de una muestra de población que permita generalizar el proceso empleando métodos de probabilidad (muestreo aleatorio simple, muestra estratificada, análisis clúster, etc.). Como se observa en la Tabla 4, es una de las ventajas que tiene el enfoque egocéntrico sobre el sociocéntrico. Sin embargo, los métodos para la obtención de alters y más cuando se trata en recopilar ya no solo datos

de individuos, sino fechas determinadas, localidad de los alter o prácticas agrícolas supone un reto tanto para el investigador como para el encuestado.

Una vez seleccionado el método, se le pide a los encuestados que enumeren las redes por medio de preguntas, estas preguntas son las denominadas “Generadores de nombres”. Este método es similar al aplicado para el estudio de las redes sociocéntricas a excepción de que se trabaja con una matriz que depende del número de alter que indique el encuestado. Los estudios con generadores de nombres comenzaron a finales de los años sesenta aplicados a comunidades personales donde se encontraron una gran variedad de lazos, entre amigos, familias y vecinos. Estos estudios se realizaron en el área de Detroit por Edward Laumann (1973), el primer estudio de East York (Toronto) de Barry Wellman (1979) o el estudio de Fisher (1977/1982) sobre Detroit y el norte de California (Scott & Carrington, 2011).

Tabla 4. Tipos de datos en el análisis de redes

Tipo	Método	Enfoque de red sugerido	
		Sociocéntrico	Egocéntrico
Encuesta	Encuesta estándar sin referencia a la red. No se usa matrices de adyacencia.	X	X
Generador de nombres	Roles sociales, redes de difusión/interacción (Por ejemplo, Burt, 1984; Marsden, 1987; Marsden et al., 1993) en Valente 2010, p. 42-43		X
Secuencia	Método de bola de nieve (Valente, 2010, p. 42)		X
Censo	Nominaciones partiendo de un censo predefinido con matriz de adyacencia a todos los miembros de la comunidad a estudiar	X	
Red Modo-Dos	Nominaciones de eventos u organizaciones. Redes multimodales (Borgatti & Everett, 1992)	X	X

Fuente: Valente (2010)

Los tipos de datos que podemos encontrar para desarrollar un análisis de redes como vemos en la Tabla 4, podemos resumirlo en cinco tipos (Valente, 2010, p. 43):

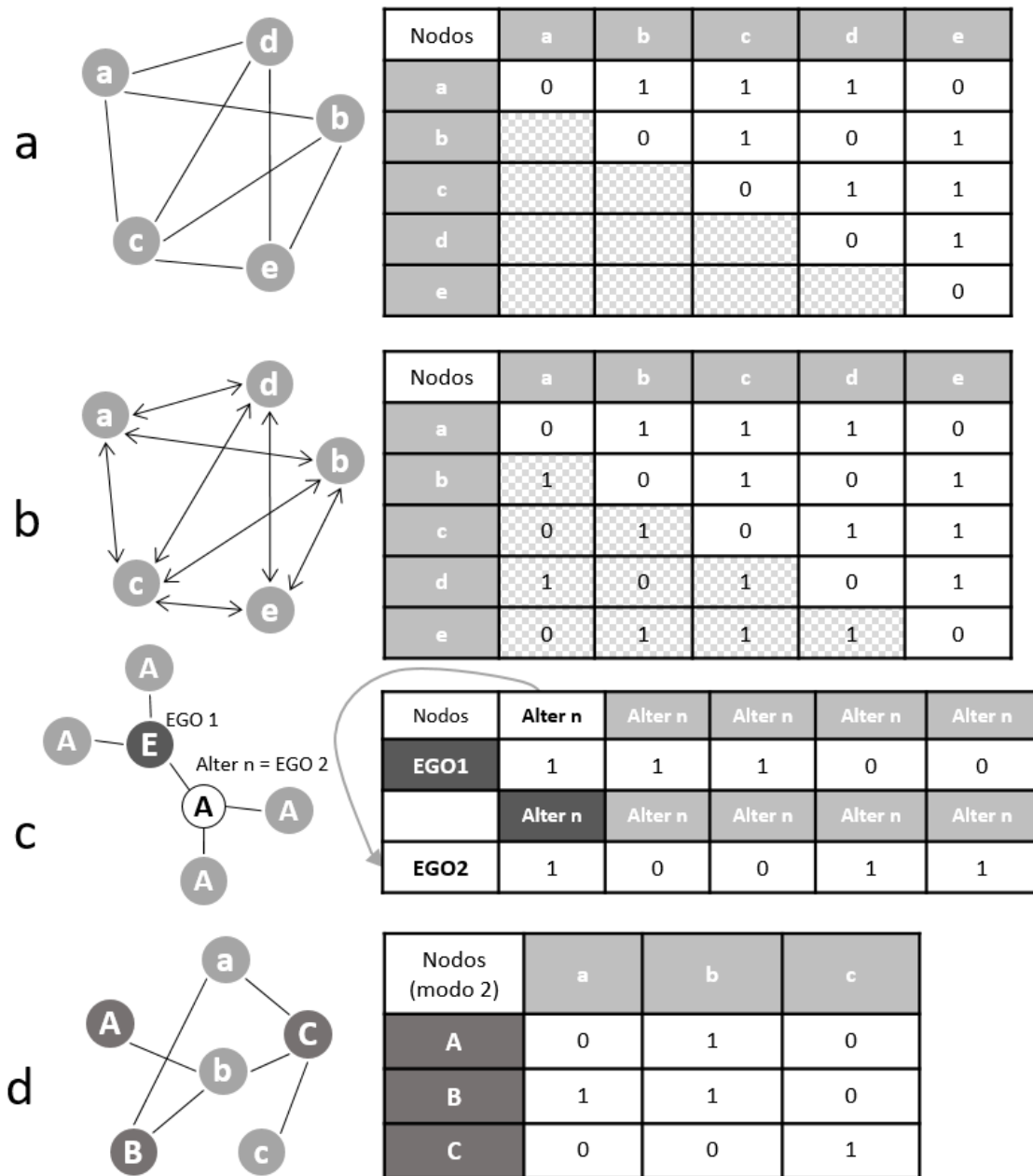
- 1) La encuesta como método para generar atributos o crear redes simples sin hacer referencia a la red. Por ejemplo, se pueden hacer preguntas sobre si se ha obtenido información de algún tipo por parte de alguna persona u organismo, etc. Con este método se pueden representar algunos indicadores básicos (Valente, 2010, p. 44).
- 2) Generador de nombres a través de un cuestionario partiendo de una muestra. Es el método aplicado a redes egocéntricas acompañado de los atributos de nodo para analizar redes de difusión, información, soporte.

3) La secuencia es lo que hemos denominado anteriormente un muestro tipo bola de nieve, donde se parte de una muestra, pero se encuesta a los alter y a los alter de los alter de manera secuencial hasta que la red se da por completada

4) El censo se aplica cuando se encuesta a todos los miembros de una comunidad o población. Organizaciones, escuelas o comunidad rurales suelen representar este tipo de estudios;

5) En la red modo-dos, donde ya no sólo se nombra alter que son personas, sino que la matriz combina personas con eventos y/u organizaciones. En este punto, como se ha comentado anteriormente puede tener presencia la teoría de lazos débiles (Granovetter, 1973; Scott & Carrington, 2011, p. 106). Recientemente se han aplicado otro tipo de método, como un enfoque tipo bola de nieve donde se parte de un conjunto inicial de encuestados “egos” y se entrevista a los a los alter generados y a los alter de los alter hasta que se da la red por saturada. Este sería un verdadero método de bola de nieve (Perry et al., 2018; Valente, 2010, p. 42)

Figura 8. Generalización de los tipos de red; a) red unimodal unidireccional; b) red unimodal bidireccional; c) red egocéntrica d) red de dos modos o bimodal.



Fuente: elaboración propia

Hasta el momento, hemos visto distintos tipos de redes. Las redes, como se ha mencionado se definen como el número de conjuntos de entidades en las que se miden las variables estructurales (Wasserman & Faust, 1994, p. 35). En la Figura 8 queda reflejada, de manera general, el tipo de gráfico resultante según la construcción de la matriz de adyacencia a partir de la recolección de cuatro tipos de datos de red (Tabla 4). El primer ejemplo, es el de las redes unimodales (Figura 8), las cuales forman parte de un único conjunto de actores donde los pares de actores pueden llegar a ser muy distintos (personas, subgrupos, organizaciones, comunidades, estados, etc) y donde se pueden evaluar transacciones, transferencias de recursos, movimientos financieros o sociales,

roles de parentesco, entre otras muchas. La diferencia entre las redes de un modo unidireccionales (Figura 8a) y las redes de un modo bidireccionales (Figura 8b) es que mientras que, en las primeras, las interacciones fluyen en un único sentido, las segundas lo hacen en doble sentido. Este método depende hacia donde esté enfocado el estudio. Por ejemplo, si queremos analizar relaciones familiares la red normalmente tendrá una única interacción (por ejemplo, cuando se trata de preguntas simples como quién es un miembro de la familia), mientras que, si nuestra investigación está orientada a conocer interacciones que pueden tener un doble sentido, como ejemplo, preguntado sobre flujos de información, ayuda en tareas, préstamos, etc., las redes, en este caso, pueden ser bimodales. En el segundo ejemplo (Figura 8c), la tabla sintetiza un modelo de red egocéntrica donde uno de los alter que menciona el ego encuestado pasa a ser objeto de encuesta denominado “EGO2”. El tercer ejemplo, es el referido a las redes de modo-dos. Esto implica mediciones de dos conjuntos de actores trabajando con actores de dos escenarios distintos. Este tipo de redes son relaciones de dos modos debido a las funciones de las diadas en las que el primer actor y el segundo actor de la diada pertenecen a conjuntos diferentes (Wasserman & Faust, 1994, p. 39). La red de dos modos a menudo se utiliza para construir relaciones corporativas (Li et al., 2016). La “Figura 8d” ilustra un ejemplo hipotético de matriz con dos conjuntos distintos de datos (A y a) donde si una persona “A” ha asistido a un evento “a” determinado se completará la matriz con el valor de 1. Como resultado obtenemos un grafo con dos conjuntos de nodos diferenciados. La primera matriz bimodal fue desarrollada por Hobson (1894/1954), una interesante innovación donde cruzó información de individuos con consejos de admiración de empresas. De esta manera Hobson fue el primer investigador en recolar información sistemática sobre solapamiento corporativo (Freeman, 2012, p. 19).

4. La innovación en el sector agrario

4. Innovation in the agricultural sector

4.1 Efectos de las innovaciones en la agricultura sostenible

Proveer de alimentos a la humanidad ha sido uno de los retos cruciales para el ser humano. Durante el último siglo el desarrollo agrícola ha permitido, en gran medida, paliar el desabastecimiento de alimentos. Gran parte del auge de la productividad agrícola tuvo lugar durante la llamada “Revolución Verde”, entre los años 1960 y 1980, a través de la mejora variedades de cereales, como el arroz, el maíz y el trigo. El proceso de incremento de la productividad agrícola se inició en Estados Unidos extendiéndose a multitud de países (FAO, 1996).

Sin embargo, pese a la calidad y cantidad de este tipo de alimentos en el mundo industrializado, la producción agrícola también ha tenido un impacto en el medio ambiente y la salud humana, aumentando la obesidad, diabetes y otras enfermedades asociadas. Entre los retos, como alternativa de futuro se encuentra el desarrollo tecnológico para ofrecer una dieta más nutritiva y saludable (Hubert et al., 2010). En los países desarrollados existen alternativas saludables donde el éxito potencial depende de la voluntad del consumidor (Van Loo et al., 2017) y donde los productos ecológicos tienen un menor impacto ambiental percibido por parte de los consumidores (Lazzarini et al., 2017).

Tabla 5. La agricultura ecológica y sus beneficios para el clima y la biodiversidad

La agricultura ecológica y sus beneficios para el clima y la biodiversidad
<p>La agricultura ecológica secuestra y almacena más carbono</p> <p>Muchas prácticas habituales en la agricultura ecológica, como las rotaciones de cultivos que incluyen leguminosas o la reducción del laboreo, ayudan a mejorar la calidad y la fertilidad del suelo y contribuyen significativamente a aumentar las reservas de carbono orgánico del suelo hasta 3,5±1,1 toneladas adicionales de carbono por hectárea en comparación con las tierras gestionadas de forma convencional.</p>
<p>La agricultura ecológica protege la diversidad de especies y hábitats</p> <p>La prohibición de fertilizantes y plaguicidas sintéticos y las prácticas que mejoran la biodiversidad, como las rotaciones de cultivos diversos con leguminosas, los elementos paisajísticos o el laboreo reducido, hacen que, de media, haya un 30% más de especies y un 50% más de individuos en las zonas gestionadas ecológicamente.</p>
<p>La agricultura ecológica favorece las funciones de los ecosistemas</p> <p>La agricultura ecológica favorece la salud del suelo y reduce su erosión en un 22%. Protege las masas de agua al reducir la lixiviación de nitratos entre un 28% y un 39%. La agricultura ecológica tiene un impacto positivo en la polinización de los cultivos y aumenta el control natural de las plagas.</p>
<p>La agricultura ecológica aumenta la resistencia de los sistemas agrícolas</p> <p>La mejora de la estructura del suelo en la agricultura ecológica reduce la erosión, favorece la salud de las plantas y la hace más resistente a los cambios climáticos. La agricultura ecológica no depende de fertilizantes y pesticidas sintéticos, lo que hace que el sistema ecológico sea menos dependiente de insumos externos. La mayor biodiversidad de los sistemas ecológicos favorece la estabilidad de los rendimientos durante los periodos de sequía y la adaptación a las condiciones medioambientales futuras.</p>

Fuente: IFOAM (2022)

No obstante, la alternativa ecológica es sensiblemente más cara la convencional, por lo que la reducción de precios de los alimentos hacen más atractiva las alternativas saludables y sostenibles (Hoek et al., 2017). Entre las razones que explican los precios más elevados de la agricultura orgánica frente a la convencional, se encuentran (FAO, 2023)⁸:

- La oferta de alimentos ecológicos es limitada en comparación con la demanda;
- Los costes de producción de los alimentos ecológicos suelen ser más elevados debido al mayor insumo de mano de obra por unidad de producción y a que la mayor diversidad de empresas no permite lograr economías de escala;
- La manipulación posterior a la cosecha de cantidades relativamente pequeñas de alimentos ecológicos genera costes más elevados debido a la obligatoriedad de separar los productos ecológicos de los convencionales, especialmente para su procesamiento y transporte;
- La comercialización y la cadena de distribución de los productos ecológicos es relativamente ineficiente y los costes son más elevados debido a los volúmenes relativamente pequeños.
- Mejora y protección del medio ambiente (y evitación de futuros gastos para mitigar la contaminación). Por ejemplo, los precios más altos de los cultivos comerciales ecológicos compensan el bajo rendimiento financiero de los periodos de rotación, necesarios para aumentar la fertilidad del suelo;
- Normas más estrictas de bienestar animal;
- Evitar riesgos para la salud de los agricultores debido a la manipulación inadecuada de pesticidas (y evitar futuros gastos médicos);
- Desarrollo rural mediante la generación de empleo agrícola adicional y la garantía de unos ingresos justos y suficientes para los productores.

4.2 La innovación en el sector agrario español

La adopción de innovaciones en el sector agroalimentario no se limita solo a la implementación de tecnologías, sino que se enmarca en un contexto más amplio que incluye la adopción de prácticas agrícolas no tecnológicas, la cooperación entre actores a través de la innovación social y la interacción entre agricultores y entidades externas o entre agricultores (Laínez-Andrés, 2018). Es importante tener en cuenta estos factores más amplios para comprender plenamente los procesos de adopción y difusión de innovaciones en el sector agroalimentario.

Según recoge el informe realizado por Laínez-Andrés (2018) a partir de los datos de la encuesta del INE (2017) las innovaciones tecnológicas adoptadas por el sector primario

⁸ En el Anexo se ha adjuntado un glosario de términos sobre agricultura orgánica de la FAO (2009)

son bajas, un 5,4% frente al 19,4% del sector de transformación agroalimentaria. Sin embargo, las innovaciones relacionadas con la reorganización, la cifra por parte del sector primario asciende al 16% (2014 al 2016) y la del sector de la transformación al 28% (2014 al 2016).

El sector primario invirtió una media del 0,41% del volumen de ventas, las empresas de transformación agroalimentaria lo hicieron en un 0,57%, mientras que el conjunto de empresas alcanzó el 0,89%.

5. Tendencias en la producción de agricultura ecológica

5. Trends in organic farming production

A escala mundial, la superficie dedicada a la agricultura orgánica continúa en aumento. En 1999 había 11 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura ecológica, actualmente hay seis veces más, llegando a los 72,3 millones de hectáreas.

Figura 9. Crecimiento de la superficie agrícola ecológica y cuota ecológica 1999-2019

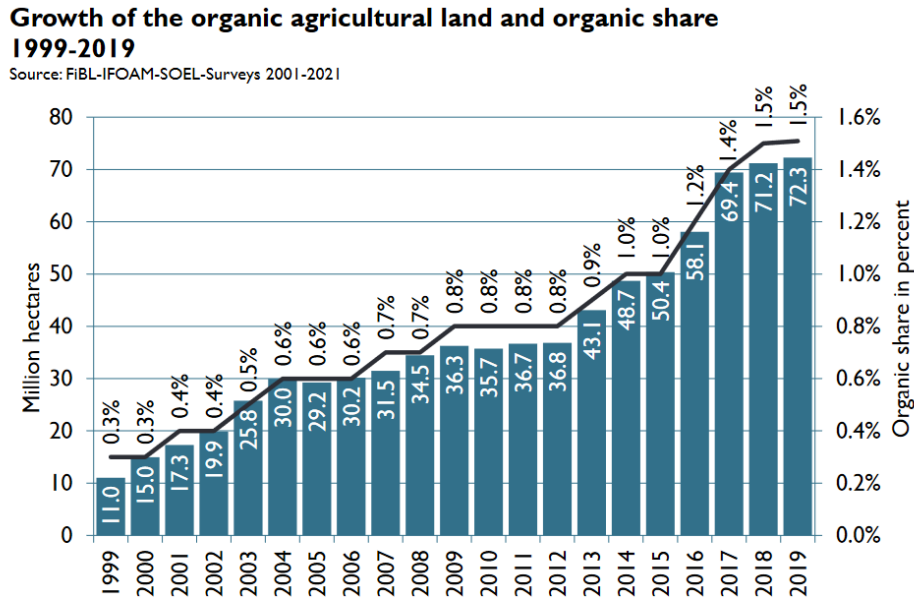
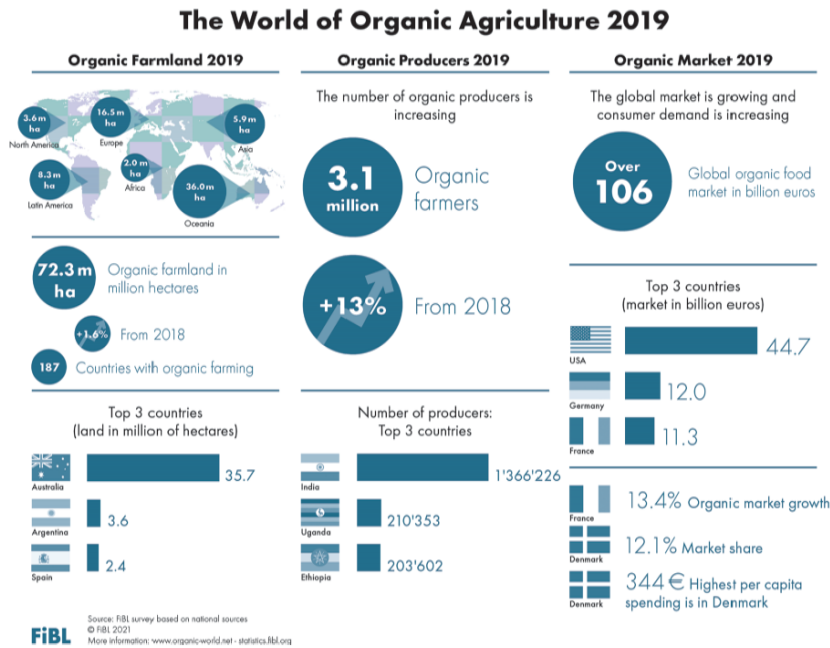


Figure 5: World: Growth of the organic agricultural land and organic share 1999-2019

Source: FiBL-IFOAM-SOEL surveys 2001-2021

Según el último informe “The World of Organic Agriculture” (Willer et al., 2021), la tendencia en aumento se observa cada año. Por ejemplo, la superficie ecológica aumentó un 1,6 millón de hectáreas entre 2018 y 2019. Así, los tres países con mayor superficie de tierras dedicadas a la agricultura ecológica son Australia (35 millones de ha, Argentina (3,6 millones de hectáreas) y España (2,4 millones de hectáreas).

Figura 10. El mundo de la agricultura ecológica 2019

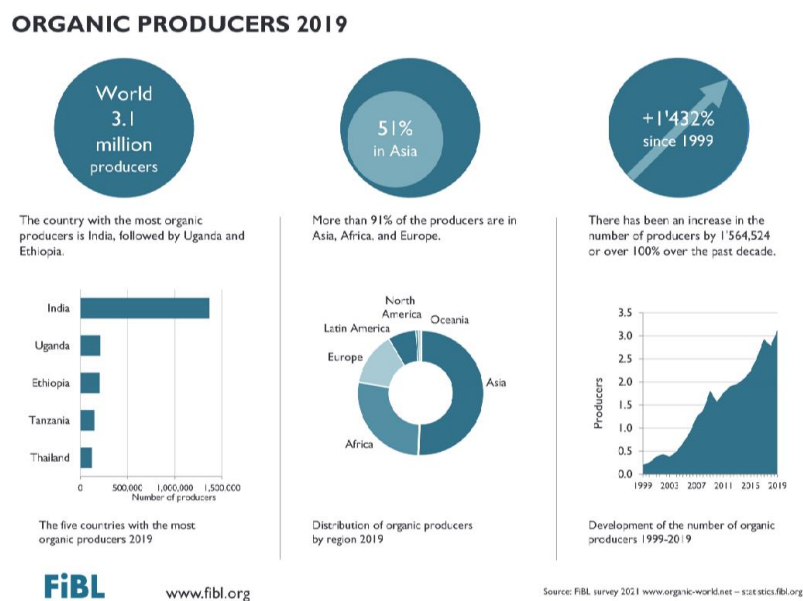


Infographic 1: Organic agriculture worldwide - key indicators 2019

Source: FiBL survey 2021

El aumento de las tierras dedicadas, lógicamente, viene acompañado de un aumento de los nuevos productores, los cuales aumentaron un 13% entre 2018 y 2019, llegando a 3,1 millones de productores orgánicos en todo el mundo. Los países con un mayor número de productores dedicados a la agricultura ecológica por países son, la India, Uganda y Etiopía. Por regiones, el 91% de los productores se encuentra entre Asia (51%), África (27%) y Europa (14%).

Figura 11. Productores ecológicos 2019

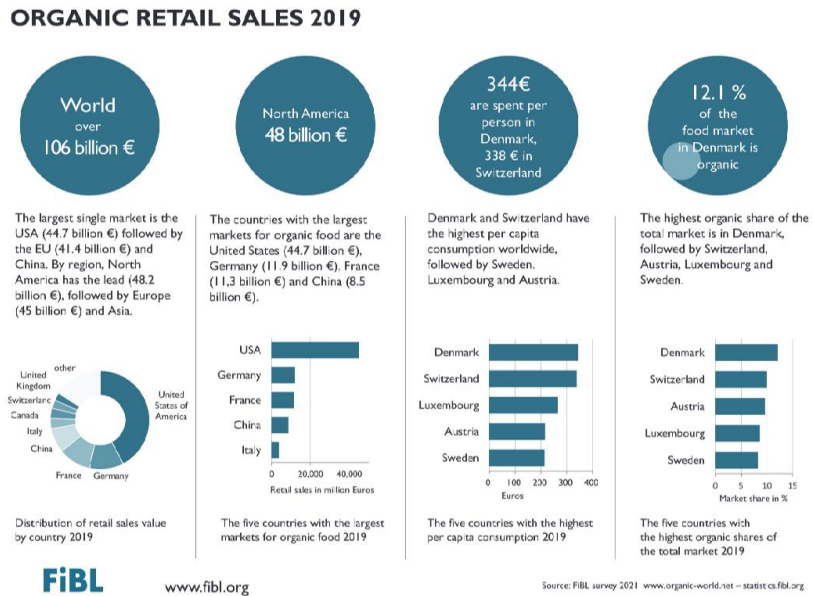


Infographic 3: Organic producers 2019

Source: FiBL survey 2021

Así mismo, el mercado de la alimentación ecológica mundial alcanza la cifra de 106 millones de euros. Los tres países con mayor número de ventas son: Estados Unidos de América (44700 millones de euros), Alemania (12000 millones de euros) y Francia (11300 millones de euros).

Figura 12. Ventas orgánicas al por menor en 2010



Infographic 4: Organic retail sales 2019

Source: FiBL survey 2021

6. Article 1: Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption / diffusion of innovations in agriculture. A bibliometric review.

Artículo 1: Marco teórico y métodos para el análisis de la adopción/difusión de innovaciones en agricultura. Una revisión bibliométrica

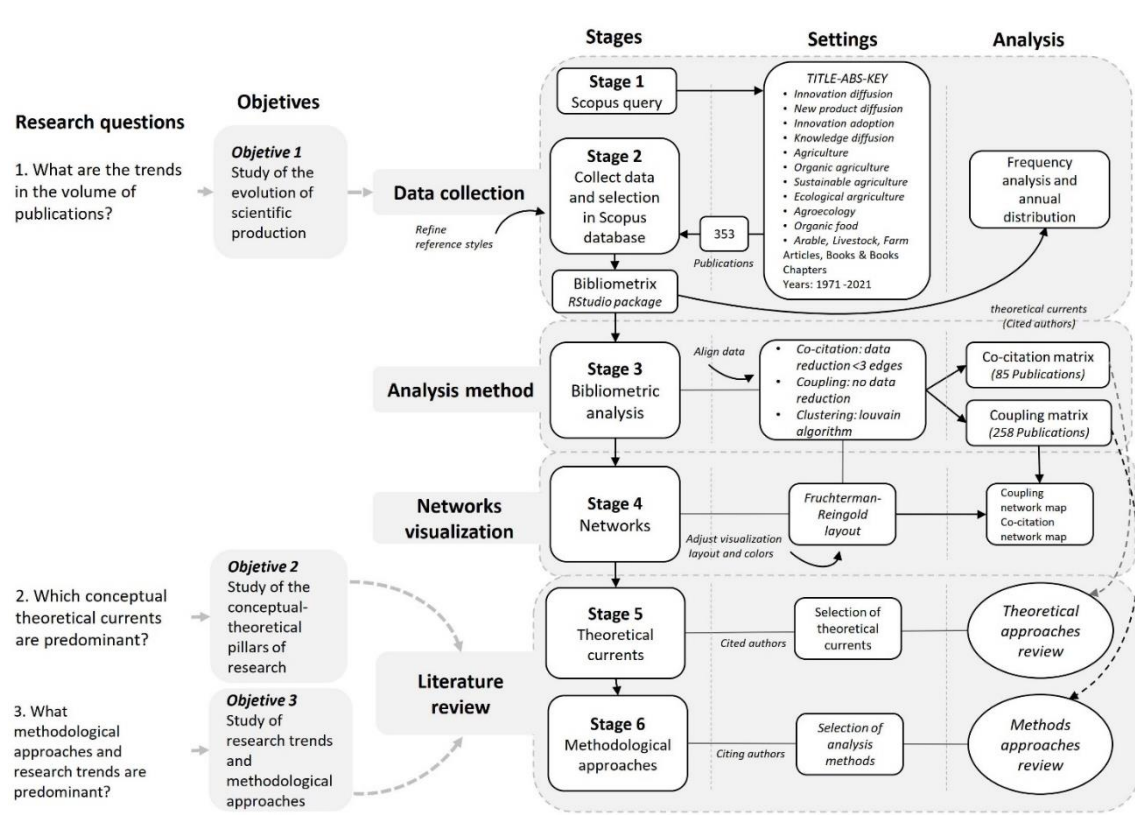
6.1 Introduction, justification and objectives

Research on the processes of diffusion and adoption of innovations gathers a large body of scientific knowledge (van Oorschot et al., 2018). In the specific case of agriculture, studies of the adoption and diffusion of innovations have a long history and involve a wide range of agricultural activities (Campos, 2021; Feder et al., 1985; Morgan & Murdoch, 2000; Ruttan, 1996). A large number of innovations concern key sectors and sub-sectors for agricultural development, such as technologies and inputs, or innovations of a structural nature, such as new forms of organisation and cooperation (Feder et al., 1985; Hannus & Sauer, 2021; Hasler et al., 2016).

The need to understand innovation processes has led to the development of sound theorists such as the theory of diffusion of innovations and the theory of planned behaviour, among others, as will be discussed in the following section (Davis et al., 1989; Fishbein & Ajzen, 1975; Rogers, 2003; Venkatesh et al., 2003). In addition, interpretative models based on statistics have also been widely used to understand the processes of adoption and diffusion of innovations and the human behaviour that explains these processes. Considering the importance of the scientific literature with regard to the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture, we proposed a research project based on the following objectives (Figure 13):

- 1) To review scientific output
- 2) To identify theoretical foundations through the bibliographic co-citation network;
- 3) To identify current research trends through the bibliographic coupling network and the methodological review of research trends

Figure 13. Description of bibliometric review process connecting with research questions and objectives



Source: own elaboration

In order to carry out the analysis process we collected a total of 353 articles and by means of "bibliometrix", a package based on RStudio (Aria & Cuccurullo, 2017), a bibliometric analysis (co-citation networks and bibliographic linkage) was carried out. Table 6 below shows the characteristics of the 353 publications selected from the Scopus database. As can be seen, and in order to have a broad period of publications and theoretical pillars, a period of 50 years was selected, from 1971 until 2021.

Table 6. Main information about the references collection

Description		Results
Main information about data	Timespan	1971- 2021
	Sources (Journals, Books, etc.)	223
	Average years from publication	12.9
	Average citations per documents	14.7
	Average citations per year per document	1.33
	References	15,178

	Article	339
	Book	2
	Book chapter	12
	Total documents	353
Document contents	Keywords Plus (Scopus Keywords)	1,293
	Author's Keywords (DE)	986
Authors	Authors	938
	Authors of single-authored documents	68
	Authors of multi-authored documents	870
Authors collaboration	Single-authored documents	75
	Documents per Author	0.376
	Authors per Document	2.66
	Co-Authors per Documents	2.94
	Collaboration Index	3.13

Source: own elaboration

As noted in the previous section, three types of analysis techniques are used to study the diffusion of innovations in agriculture. The first is the frequency of appearance of research (and its distribution over the period of the last 50 years). Second, co-citation networks between the relevant authors. This approach reveals the degree of connection between cited authors and facilitates the identification of conceptual theoretical pillars. And third, bibliographic coupling, whose analysis allows us to know the current research trends based on the degree of connection between the citing authors. The aim is to study the evolution of scientific production, the theoretical-conceptual pillars on which this type of studies are based, and the predominant methodological approaches and research trends.

6.2 Main results

6.2.1 Theoretical pillars on the adoption and diffusion of innovations

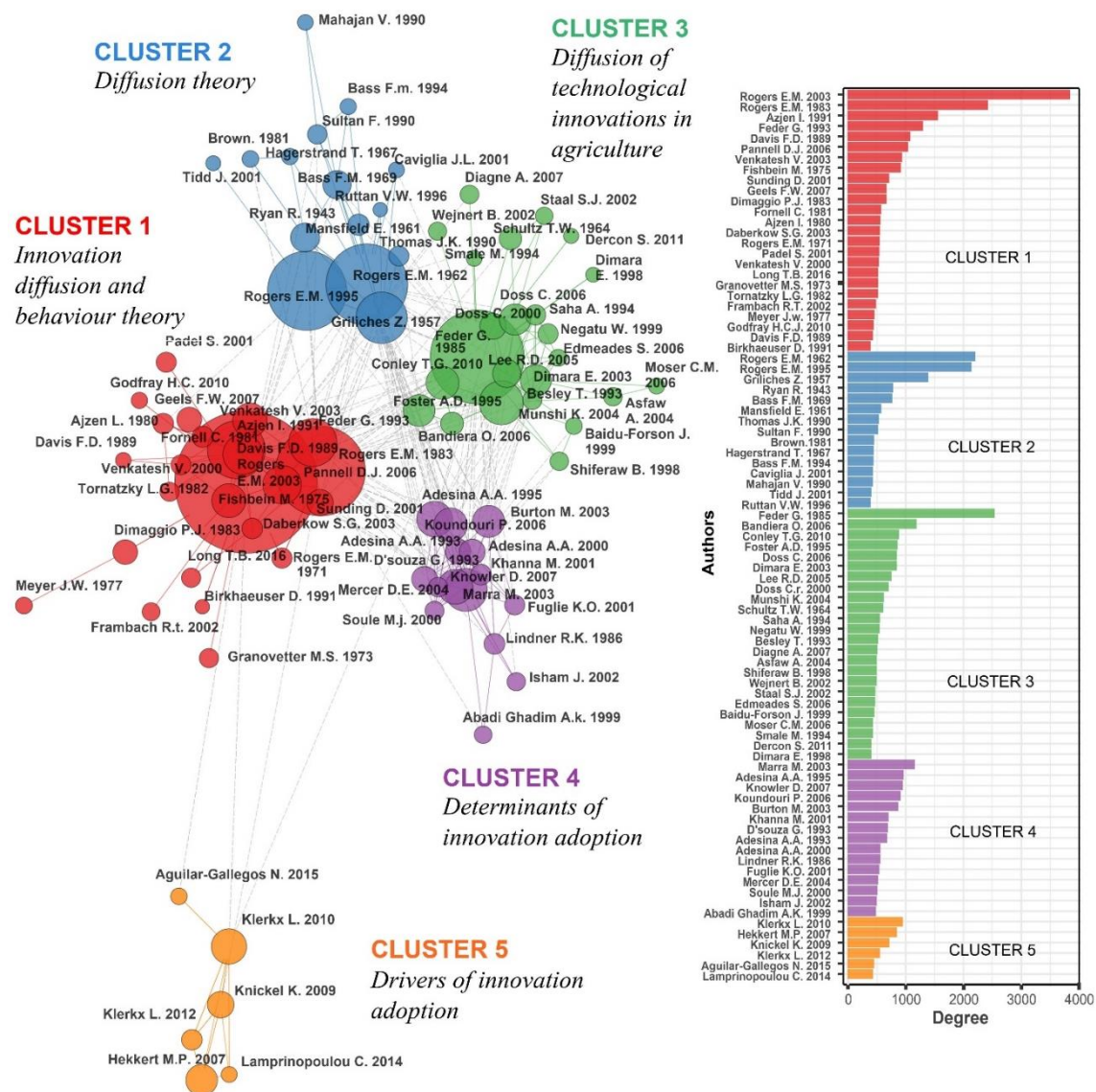
In this section, based on the co-citation network, the theoretical and conceptual foundations of the diffusion and adoption of innovations in agriculture are defined and analysed (Adesina & Baidu-Forson, 1995; Bandiera & Rasul, 2006; Feder et al., 1985; Marra et al., 2003).

To begin with, the resulting co-citation network highlights the presence of 5 clusters clearly differentiated from each other (Figure 14). In this network we have retained only the 85 nodes that, according to their degree of centrality (degree of entry of each of the documents in question), are the most relevant. As can be seen, Rogers' research occupies especially central positions, being present in three of the five clusters of the network.

These are, in fact, successive editions and updates of his classic work “Diffusion of Innovation” (Rogers, 1962, 1983, 1995, 2003). Having this reference work in common does not prevent the five clusters from being well differentiated, as highlighted by the label we have assigned to each of them. They constitute, therefore, theoretical, and conceptual pillars in research on the diffusion and adoption of innovations: cluster 1 “Acceptance Behaviour Theory”; cluster 2 “Diffusion Theory and econometrics model’s diffusion”; cluster 3 “Technology diffusion in agriculture”, cluster 4 “Determinants of innovation adoption” y cluster 5 “Agricultural innovation systems”.

Taking the above into account, in second place, a synthesis of these main theoretical pillars on the adoption and diffusion of innovations is made. As can be seen, the theoretical currents on the adoption and diffusion of innovations embrace fields of study as varied as those related to behavioural theories, institutional theory and theories of social capital (Table 7).

Figure 14. Co-citation network and resulting clusters about the adoption and diffusion of innovations in agriculture. Theoretical cornerstones.



Source: own elaboration

Table 7. Synthesis of the main theoretical pillars on the adoption and diffusion of innovations

Theory	Authors	Theory conceptualization
Theory of Diffusion of Innovations	(Rogers, 2003)	The theory of diffusion of innovations studies the process of adoption of innovations through 4 elements: 1) the innovation or idea and how it is communicated through 2) certain information channels over time 4) time within a 5) social system.
Theory of Planned Behaviour	(Ajzen, 1991; Fishbein & Ajzen, 1975)	General theory applicable to an array of behaviours, including the forces which influence the use of IT. Diffusion research applies to the behaviour of accepting or rejecting an innovation. It is a widely applied expectancy-value model of attitude-behaviour
Institutional theory	(DiMaggio & Powell, 1983)	The efforts to achieve rationality with uncertainty and constraint lead to homogeneity of structure (institutional isomorphism). Isomorphism is a "constraining process that forces one unit in a population to resemble other units that face the same set of environmental conditions".
Technology Acceptance Model	(Davis et al., 1989)	The model postulates that there are two determinants of potential uptake: 1) perceived usefulness and 2) perceived ease of use. The key to this model is its emphasis on the potential perception of the potential adopter
Technology Acceptance Model 2	(Venkatesh & Davis, 2000)	In addition to perceived usefulness, there are subjective norms, image, job relevance, output quality and result demonstrability. These are a set of 'determinants' of perceived usefulness.
Technology Acceptance Model 3	(Venkatesh & Bala, 2008)	Integrated model of technology acceptance. The determinants alluded to are: 1) self-efficacy, 2) perceived external control, 3) anxiety, 4) joy, 5) perceived enjoyment and 6) objective usability.
Unified Theory of Acceptance and Use of Technology	(Venkatesh et al., 2003)	To propose other constructs such as social influence, value, habit, hedonic motivation and facilitating conditions, considering age, gender and experience as moderating variables.
Theory of Spatial Diffusion	(Hägerstrand, 1965)	The model is used to understand the processes of spatial patterns of diffusion of ideas. It creates chronological and geographical patterns generated in a process of diffusion of government subsidies for pasture improvement in Sweden.
Social Network Analysis	(Granovetter, 1973)	The theory argues how social interaction is influenced more than we usually appreciate by previously established weak ties with other actors with whom we have little or no contact.

Source: own elaboration

6.2.2 Methodological approaches to the analysis of diffusion and adoption of innovation in agriculture

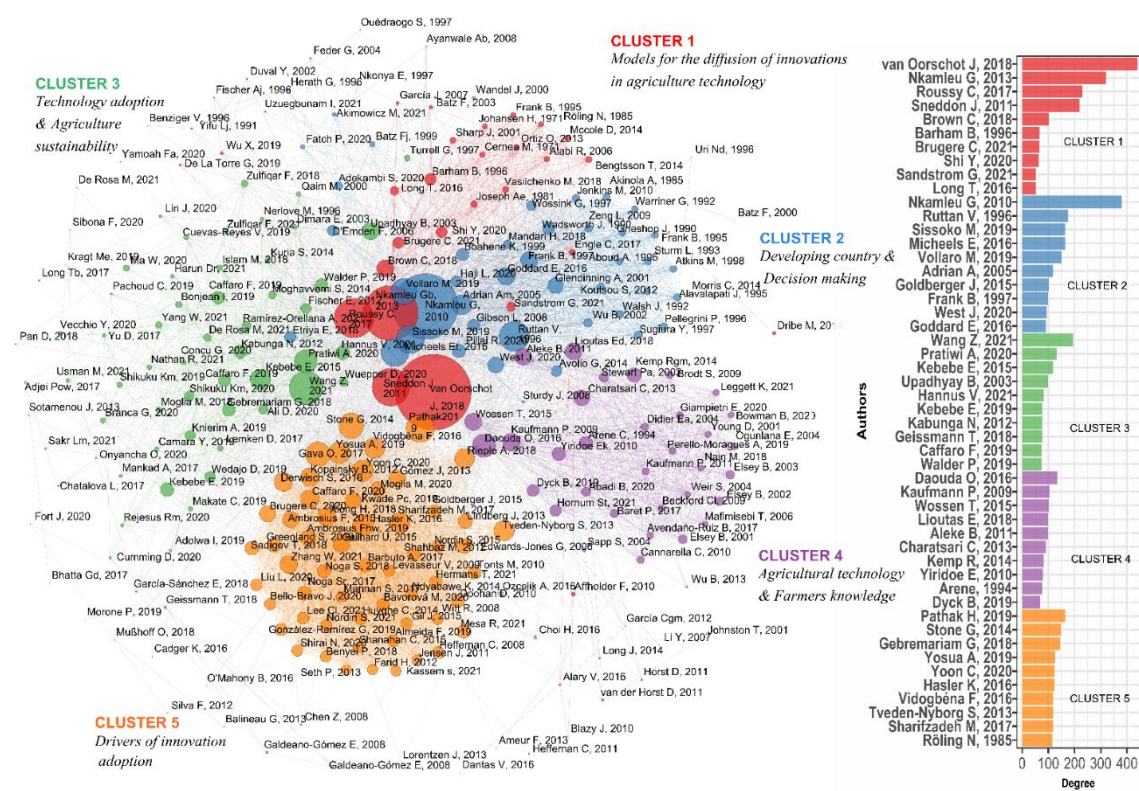
This section reviews research trends on the adoption and diffusion of innovations in agriculture through literature coupling analysis. It should be recalled that, unlike co-citation analysis, which consists of analysing the frequency of connection between cited authors to identify theoretical-conceptual research streams, bibliometric analysis reveals current research trends. In bibliometric analysis, current research trends are revealed through the degree of affinity of the citing authors.

Figure 15 presents, firstly, a bibliographic network with 258 publications (between 1971 and 2021), in which a total of five clusters have been defined, according to their thematic affinity. In addition, in this same Figure 5, the first 10 references with the highest degree of connection in each of the clusters have been represented in a bar graph. This is a relatively homogeneous bibliographic network where the clusters share many connections with each other, as expected. This indicates that the methodological approaches to the adoption and diffusion of innovations in agriculture are complementary to each other, with different theoretical and conceptual frameworks, different methodologies, and equally diverse practical applications. Besides, the proximity between the nodes shows the greater or lesser degree of affinity or dispersion between them (Hansen et al., 2019).

The label or characterization of each cluster is obtained from the review of the articles included in each cluster, as well as the frequencies of the keywords. Thus, the clusters can be characterized as follows according to the thematic or methodological approach: cluster 1 “Technological adoption and agricultural technology”; cluster 2 “Developing countries & decision making”; cluster 3 “Technology adoption & agriculture sustainability”; cluster 4 “Agricultural technology & farmer’s knowledge”; cluster 5 “Agricultural worker & Alternative agriculture”. However, different approaches and themes appear in two or more of the clusters at the same time. This is not an anomaly, but rather emphasizes that different groups of researchers use very similar methodological approaches and apply them to their different contexts and research.

Table 8 shows the total number of publications, the total number of citations, the average number of citations and publications per year and, finally, the three most cited publications in each cluster. This table provides support for analysing the most frequent methodological approaches. In each of the subsections of this same section, as mentioned above, a table is added with the methodologies frequently used for research on the diffusion and adoption of innovations in the agricultural sector.

Figure 15. Bibliographic coupling network and resulting clusters on the adoption and diffusion of innovations in agriculture.



Source: own elaboration

Table 8. Summary table bibliographic coupling

Cluster	Cluster theme or approach	N° of papers	Total citations	Average cites by year (From first publication)	Average degree	Degree (Standard Deviation)	The most cited article every cluster
1	Models for diffusion of innovations in agriculture technology	34 (13%)	663 (16%)	13.26	56.11	94	(Long et al., 2016): 142
2	Developing countries & decision making	56 (22%)	1,285 (30%)	22.9	56.93	60.5	(Adrian et al., 2005): 144
3	Technology adoption & Agriculture sustainability Developing countries	70 (27%)	1,021 (24%)	14.6	37.37	33.30	(Fischer & Qaim, 2012): 279
4	Agricultural technology &	36 (14%)	551 (13%)	15.5	53.81	29.5	(Wossen et al., 2015): 78

	farmer's knowledge						
5	Drivers of innovation adoption	62 (24%)	739 (17%)	11.9	80.76	32.5	(Edwards-Jones, 2006): 211
Total		258 (100%)	4,259 (100%)	84			

Source: own elaboration

6.3 Conclusions and pendant questions

Through bibliometric analysis (co-citation networks and bibliographic linkage) we have captured the theoretical pillars and cutting-edge research of the last 50 years (1971-2021).

This review has shown that the adoption and diffusion of innovations in agriculture is studied from different fields, schools, and theoretical-conceptual approaches, but that there is also a very high connection between all of them. This makes research on the adoption and diffusion of innovations in agriculture more complex, but also more complete and increasingly comprehensive. This is clear from the obvious overlaps between the different clusters, but also from the involvement of different disciplines. All this confirms that this research is increasingly adding value by incorporating, often in combination, a greater number of perspectives and variables. The trend towards the predominance of multivariate analysis methodologies, based mainly on quantitative models, is therefore understandable.

As previously mentioned, the diffusion and adoption of innovations are different processes, although they are certainly complementary. Research focused on diffusion processes tends to focus on the critical mass of adopters or non-adopters, the speed and rapidity of diffusion, spatial characteristics, and other probability models. Adoption processes, on the other hand, are often studied together with diffusion processes, but adoption often focuses on factors related to behaviour, perception, risk aversion or relative advantage.

For both diffusion and adoption processes, researchers have developed and fine-tuned multivariate methodological approaches. For example, academics have often given importance to factors related to social capital, to analyse the degree of interaction (with other farmers, with agricultural extension agents, local leaders, or institutional representatives, among others). Other studies, also based on multivariate approaches, have integrated characteristics such as farm size, economic performance, and level of education (including the ability to access information). Furthermore, a considerable number of studies include the variables of the perception of potential adopters, where risk aversion, relative advantages, complexity of use of innovations and uncertainty are analysed. In this sense, studies based on behavioural theories have been useful to clarify that perception is related to many complex variables, but it is frequently demonstrated

that lack of confidence due to the complexity of use (lack of training in the adoption of agricultural practices), economic risk aversion (due to lack of knowledge of the relative advantages) and low cooperation between actors and institutions (related to social capital), are factors that limit the adoption of practices, having a pernicious effect on both economic and environmental advantages.

Finally, the bibliographic-documentary review presented here offers to the scientific community a reference on different theoretical-conceptual and methodological approaches that constitute the starting point for their practical application in research on the processes of diffusion and adoption of innovations in agriculture. In this practical application, researchers tend to use more and more diverse and complementary conceptual bases and methodological approaches.

6.4 Article

Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption-diffusion of innovations in agriculture: a bibliometric review

Marco teórico y métodos para el análisis de la adopción-difusión
de innovaciones en la agricultura: una revisión bibliométrica

Rafael Mesa Manzano 

rafael.mesa@uv.es

Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local

Universitat de València (España)

Javier Esparcia Pérez 

javier.esparcia@valencia.edu

Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local / Departamento de Geografía

Universitat de València (España)

Abstract

The adoption and diffusion of innovations are essential for both the development of production processes and the improvement of agricultural environmental sustainability, at any stage of the value chain. In recent years, social scientists have studied the diffusion and adoption of agricultural innovations from different approaches, such as innovation diffusion theory, behavioral models, econometric models, social capital and social network analysis, among others. In this study we analyze the scientific literature through a bibliometric analysis based on co-citation networks, to explore the theoretical pillars and bibliographic coupling, with which we explore the current methodological research trends of the last 50 years. The conclusions drawn from this

analysis are that in recent years agricultural researchers on adoption and diffusion have designed multivariate methods that combine diverse study approaches. This review contributes to a better understanding of theory and practice in the study of the adoption and diffusion of agricultural innovations.

Key words: literature review; bibliometric coupling; co-citation analysis; innovation adoption; current methods.

Resumen

La adopción y difusión de innovaciones son esenciales tanto para el desarrollo de los procesos de producción como para la mejora de la sostenibilidad medioambiental agrícola, en cualquier etapa de la cadena de valor. En los últimos años, los científicos sociales han estudiado la difusión y adopción de innovaciones agrícolas desde diferentes enfoques, como la teoría de la difusión de la innovación, los modelos de comportamiento, los modelos econométricos, el capital social y el análisis de redes sociales, entre otros. En este estudio analizamos la literatura científica a través un análisis bibliométrico basado en las redes de co-citación, para explorar los pilares teóricos y el acoplamiento bibliográfico, con el que exploramos las tendencias metodológicas actuales de investigación de los últimos 50 años. Las conclusiones que se derivan de este análisis son que en los últimos años los investigadores agrícolas sobre adopción y difusión han diseñado métodos multivariantes que combinan diversos enfoques de estudio. Esta revisión contribuye a un mejor entendimiento de la teoría y práctica en el estudio de la adopción y difusión de innovaciones agrícolas.

Palabras clave: revisión bibliográfica; acoplamiento bibliométrico; análisis de co-citación adopción innovaciones; corrientes metodológicas.

1 Introduction

Different types of innovations are implicit in many of the processes involved in agricultural activities (Campos, 2021; Feder et al., 1985; Morgan & Murdoch, 2000; Ruttan, 1996). These range from the adoption of traditional innovations to complex technical innovations (Kabunga et al., 2012; Moglia et al., 2018). Many of the innovations affect a large number of sectors and sub-sectors of the value chain that are key to agricultural development, such as the adoption of agricultural technologies and inputs, or innovations of a structural nature, such as new forms of organization and cooperation (Feder et al., 1985; Hannus & Sauer, 2021; Hasler et al., 2016).

In a broader sense, diffusion and adoption of innovations are often used together, although they are different concepts. Hence, diffusion of innovations refers to the process by which an innovation is communicated through certain channels in a given time among the members of a social system (Rogers, 2003). The concept of adoption refers to the acceptance (or rejection) of innovations, whether by individuals or by organizations (Kee, 2017). However, since adoption already implies diffusion, here we will use the global term diffusion and adoption of innovations, with particular reference to their application to agriculture. Much of the literature confirms that the adoption and diffusion of innovations in agriculture contributes to both economic and environmental sustainability competitive advantages (Aguilar-Gallegos et al., 2015; Feder et al., 2004; Sharp & Hinrichs, 2001; Vollaro et al., 2019).

Social scientists have long been aware of the presence of processes of adoption and diffusion of innovations in relation to both agricultural practices and the use of different and changing technologies, either by individuals or by certain social groups. From this arose the need to develop sufficiently robust theories to adequately conceptualize such processes (Davis et al., 1989; Fishbein & Ajzen, 1975; Rogers, 2003; Venkatesh et al., 2003). Interpretive models (largely based on measures of statistical dispersion, such as variance) were also developed.

Traditionally, these investigations have been carried out by means of variance-based models and process with certain limitations, such as those related to the understanding of human behavior (Gruber, 2020). Critics of diffusion theory have suggested a multilevel framework with the need to incorporate other variables such as geographical (spatial and temporal diffusion), behavioral (relative advantage, uncertainty, risk aversion, etc.) or knowledge (Ruttan, 1996).

For years the agricultural sector has received a considerable amount of interest from scholars of the adoption and diffusion of innovations. Rural sociologists introduced the paradigm of diffusion of innovations by studying the influence of the introduction of hybrid corn seeds (Ryan & Gross, 1950, 1943). This type of research spread among rural sociologists between 1950 and 1960 and later expanded to interdisciplinary fields of diffusion (Valente & Rogers, 1995), increasing notably during the Green Revolution, where there was a boom in research on the process of adoption and diffusion of innovations. During this process, a large number of these studies focused on developing countries (Feder & Umali, 1993; Lawrence, 1988).

Initial bibliographical reviews on the theory of the diffusion of innovations revealed that by 1960 there were already about 500 publications and that in 1973, research on the diffusion of innovations numbered 1.417. In 1981 the total amount reached 3.085 publications. With regard

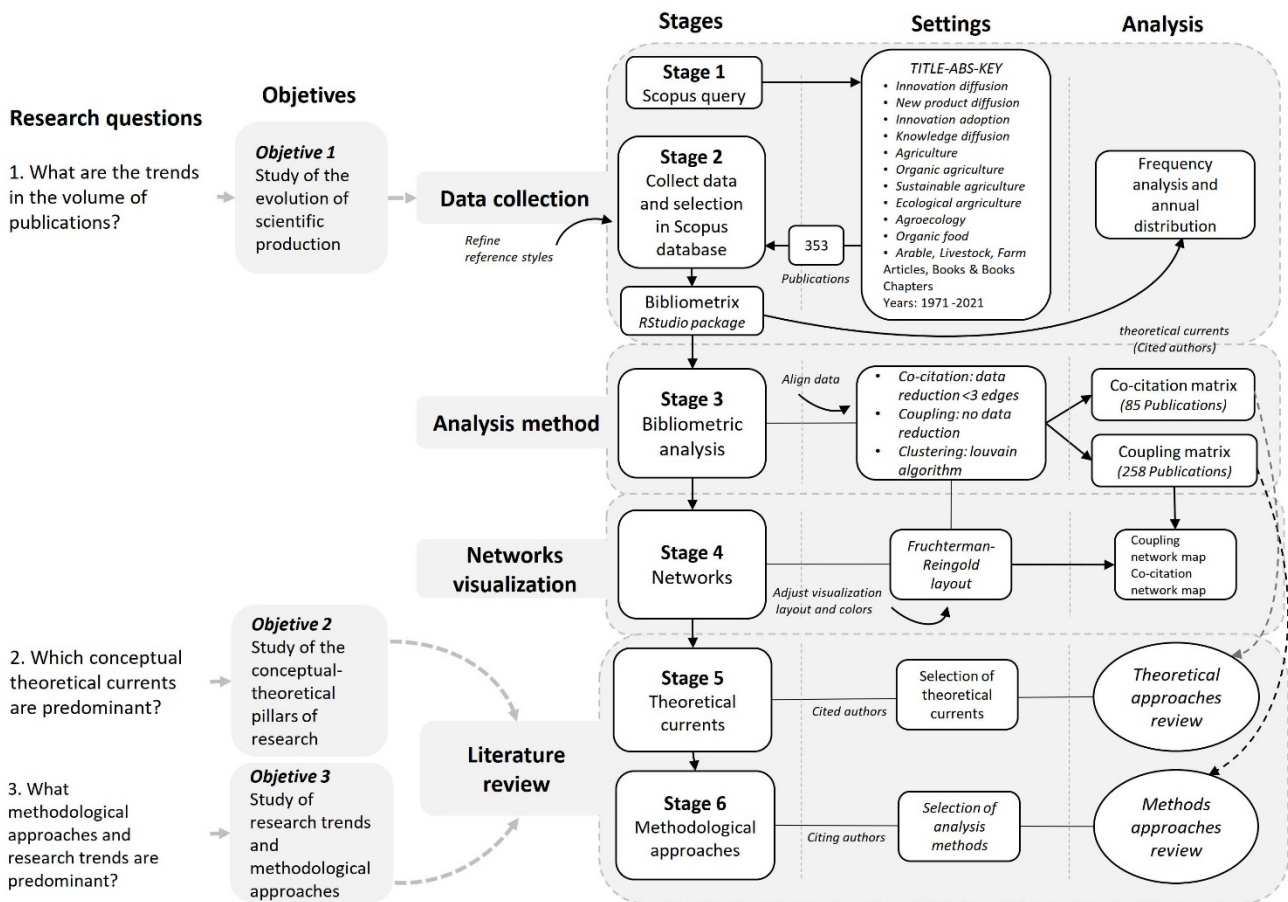
to the link between rural sociology, agriculture and the study of the diffusion of innovations, during the 1950s, in the United States, there was a real increase in publications related to this topic (Rogers, 2003; Valente & Rogers, 1995).

Innovation adoption processes have been reviewed broadly in order to identify theoretical underpinnings, illustrating research trends, but without putting the focus on a particular large field of study (Li & Sui, 2011; van Oorschot et al., 2018). Similarly, systematic literature reviews through meta-analysis have succeeded in bringing clarity to a wide variety of key aspects such as attributes in the adoption of innovations (Kapoor et al., 2014b, 2014a). Thus, through literature reviews, models and conceptual frameworks have been proposed to guide development strategies, both focused on the adoption of innovations in organizations (Vagnani et al., 2019), as well as reviews of the limitations in the diffusion of innovations in disciplines such as marketing and sociological research (MacVaugh & Schiavone, 2010).

Given the interest in understanding the processes of diffusion in agriculture, literature reviews have been conducted where the importance of further agricultural research is noted, to understand the constraints, the importance of appropriate public policies and the question of whether technologies are adopted individually or in packages following a combined sequence, which would also need further research (Feder & Umali, 1993).

Considering the foregoing, the general aim of this study is to carry out a bibliometric review of two major combined fields, adoption and diffusion of innovations and agriculture. This general goal is broken down into three specific objectives; 1) to review scientific output; 2) to identify theoretical foundations through the bibliographic co-citation network; 3) to identify current research trends through the bibliographic coupling network and the methodological review of research trends. Therefore, the aim is to produce a synthesis document that brings together all these aspects in relation to the diffusion of innovations in agriculture. There are three research questions to which all this is intended to provide answers: 1) What have been or are the trends in relation to the volume of publications?; 2) What are the dominant theoretical and conceptual currents in the study of the diffusion of innovations in agriculture?; and 3) What types of methodologies are used and are most frequent in the applied and practical study of the processes of diffusion of innovations in agriculture? Figure 1 below presents an outline of the logical sequence of the research process, connecting the research questions with the objectives and the phases of the analysis process.

Figure 1. Description of bibliometric review process connecting with research questions and objectives



Source: authors' own elaboration

To focus the analysis, we compared results in the two main indexing database sources, Scopus and the Web of Science (WoS) databases. In both sources, we worked with an initial set of keywords, with individualized searches on publication titles, abstracts and keywords. For this first "coarse" analysis, publications in the form of articles, books, proceedings, etc. were included. Table 1 shows the obtained results (we have only worked with keywords in English, since the results in Spanish were comparatively very poor, and locating and defining the schools or authors that publish in Spanish on the diffusion of innovations in agriculture is not part of the objectives of this work).

The results shown in Table 1 are divided into two blocks. The first includes the four most important keywords related to the concept of "diffusion of innovations", which is very common in social science publications. The second part includes a total of 10 keywords, some very generic (such as agriculture or livestock) but others more specific, mainly related to the orientation towards organic and sustainable production. In this second block, innovation issues are very

present, but not explicitly "diffusion of innovations" as such. These are publications much more in the field of sciences (agronomy, biology, etc.), very much oriented towards Science Citation Index (WoS) journals. This explains why these keywords are more abundant in the titles of these publications. This occurs, however, only in the titles, because again, both in the abstracts and in the keywords, the sources contained in Scopus show clearly higher frequencies.

It is clear that the selection of one or other database conditions the results. In addition to the higher frequency of keywords in the publications collected by Scopus, one fact seems to us to be particularly significant. The concept of "diffusion of innovations", which is key to our research, appears much more frequently among the keywords in Scopus than in WoS. Furthermore, if we go into more detail, the presence of "diffusion of innovations" in social science publications in Scopus alone accounts for more than 2.5 times the total number of references in all WoS databases that include this keyword (and much more if only the publications contained in the WoS Social Sciences Citation Index are counted).

Consequently, working with WoS would mean significantly restricting the universe of analysis, which would be a serious problem in a bibliometric study such as this one (for example, WoS might not highlight schools that work on the diffusion of innovations and that might be on the fringes of the more central schools). For all these reasons, in this research it has been decided to work with the Scopus database.

After database selection, the basis of this analysis is the selection of a whole series of research papers (in the form of articles, books and book chapters), for which keywords related to the two main combined fields mentioned, diffusion of innovations and agriculture, were used. The search was based on Web of Science (WoS) databases and, above all, on Scopus, which allows a longer period of 50 years (1971-2021). The result was the initial selection of 353 publications particularly relevant to the diffusion of innovations in agriculture.

The first research question refers to trends in the volume of publications, meaning how scientific production on the diffusion of innovations in agriculture has evolved over the last five decades. To this end, we focused, initially, on the analysis of the frequency of publications per year and, secondly, on a follow-up of the 10 most cited documents, those which, according to the bibliography, can be considered the most relevant (section 2). The second research question is aimed at detecting the dominant theoretical-conceptual currents in the study of the diffusion of innovations in agriculture. Two powerful tools of bibliometric analysis (Aria et al., 2020) are used for this purpose. The first is co-citation networks, which reflect the connections between the

authors cited in the selected articles (section 3), while the second is based on bibliographic coupling network analysis, which measures the overlap of the selected articles (section 4). Bibliographic coupling is a type of analysis that also makes it possible to answer the third research question, based on defining which methodologies and themes or approaches are most commonly used in studies on the diffusion of innovations in agriculture (section 4).

Table 1. Number of references reported by keywords searches¹

Syntax	Title			Abstract			Key words		
Social Sciences side	WoS	Scopus	Scopus / WoS	WoS	Scopus	Scopus / WoS	WoS	Scopus	Scopus / WoS
"Diffusion of innovations"	390	779	100%	1,435	4,148	189%	848	19,618	2,213%
"Innovation adoption"	318	406	28%	943	1,045	11%	571	929	63%
"Knowledge diffusion"	358	374	4%	909	1,045	15%	404	625	55%
"New product diffusion"	76	76	0%	105	140	33%	63	88	40%
"Difusión de innovac*"	11	10	-9%	30	0	-100%	43	0	-100%
"Difusión de conocimiento*"	4	3	-25%	52	2	-96%	8	0	-100%
Average			16%			9%			362%
Natural Sciences side	WoS	Scopus	Scopus / WoS	WoS	Scopus	Scopus / WoS	WoS	Scopus	Scopus / WoS
"Agriculture"	97,949	49,383	-50%	254,434	235,106	-8%	55,947	222,591	298%
"livestock"	28,475	17,001	-40%	98,441	83,384	-15%	13,524	37,688	179%
"Organic agriculture"	831	739	-11%	2,316	2471	7%	1,605	2,594	62%
"Sustainable agriculture"	4,752	2,700	-43%	7,814	8,930	14%	4,450	7,788	75%
"ecologic* agriculture"	158	130	-18%	533	555	4%	225	220	-2%
"Organic farming"	2,044	1,946	-5%	5,949	6,282	6%	3,355	7,839	134%
"agroecology"	946	739	-22%	1,541	1,701	10%	3,045	3,959	30%
"Sustainable farm*"	306	303	-1%	1,254	1,428	14%	266	437	64%
"Ecological farm*"	102	90	-12%	375	359	-4%	112	111	-1%
"Organic* food"	1,233	1,469	19%	2,634	3,267	24%	1,182	2,472	109%
Average			-18%			5%			95%

Source: authors' own elaboration

1 For the purpose only of this table, the searches have been updated both in WoS and Scopus on October 27th, 2022.

2 Data and methods

2.1 Data

As noted in the previous section, three types of analysis techniques are used to study the diffusion of innovations in agriculture. The first is the frequency of appearance of research (and its distribution over the period of the last 50 years). Second, co-citation networks between the relevant authors. This approach reveals the degree of connection between cited authors and facilitates the identification of conceptual theoretical pillars. And third, bibliographic coupling, whose analysis allows us to know the current research trends based on the degree of connection between the citing authors. The aim is to study the evolution of scientific production, the theoretical-conceptual pillars on which this type of studies are based, and the predominant methodological approaches and research trends.

The first step in obtaining the information that will form the basis of the study was to locate and perform a general review of the literature on the diffusion of innovations. This was done using different keywords, some as obvious as "diffusion of innovations", but also other words associated with the concept, such as "knowledge transfer", or "adoption of innovations". The Web of Science (WoS) and, above all, Scopus databases were used. Without applying year restrictions, and only with the keywords "innovation diffusion" or "innovation adoption" (either in the title, abstract or keywords), 4,678 documents were obtained (including articles, books, book chapters, conferences, etc.). If the term "agriculture" is added, the number of documents is reduced to 468. The aim is to obtain a solid picture of the scientific contributions on the subject.

Therefore, as a second step, the previous search has been completed with a more precise syntax. We have worked exclusively with the Scopus database, which facilitates the download of the bibliographic references with all the metadata, and we have also maintained the searches indistinctly in "title, abstract and keywords" of each document (article, book and book chapter). Here, however, the search terms have been expanded, not only by entering associated terms, but also by using the asterisk (*) function to detect small variations of keywords: (TITLE-ABS-KEY ("Innovation* Diffusion*" OR "innovation* of diffusion*" OR "new* product* diffusion*" OR "innovation* adoption" OR "knowledge diffusion*" OR "difusi* de innovaci*" OR "difusi* de conocimiento*") AND TITLE-ABS-KEY (agricultur* OR "organic* agriculture" OR "sustainable agricultur*" OR "ecologic* agriculture" OR farm* OR "organic farm*" OR "sustainable farm*" OR "ecological farm*" OR agroecolog* OR "organic* food" OR "arable" OR "livestock" OR "arable" OR "farm*").

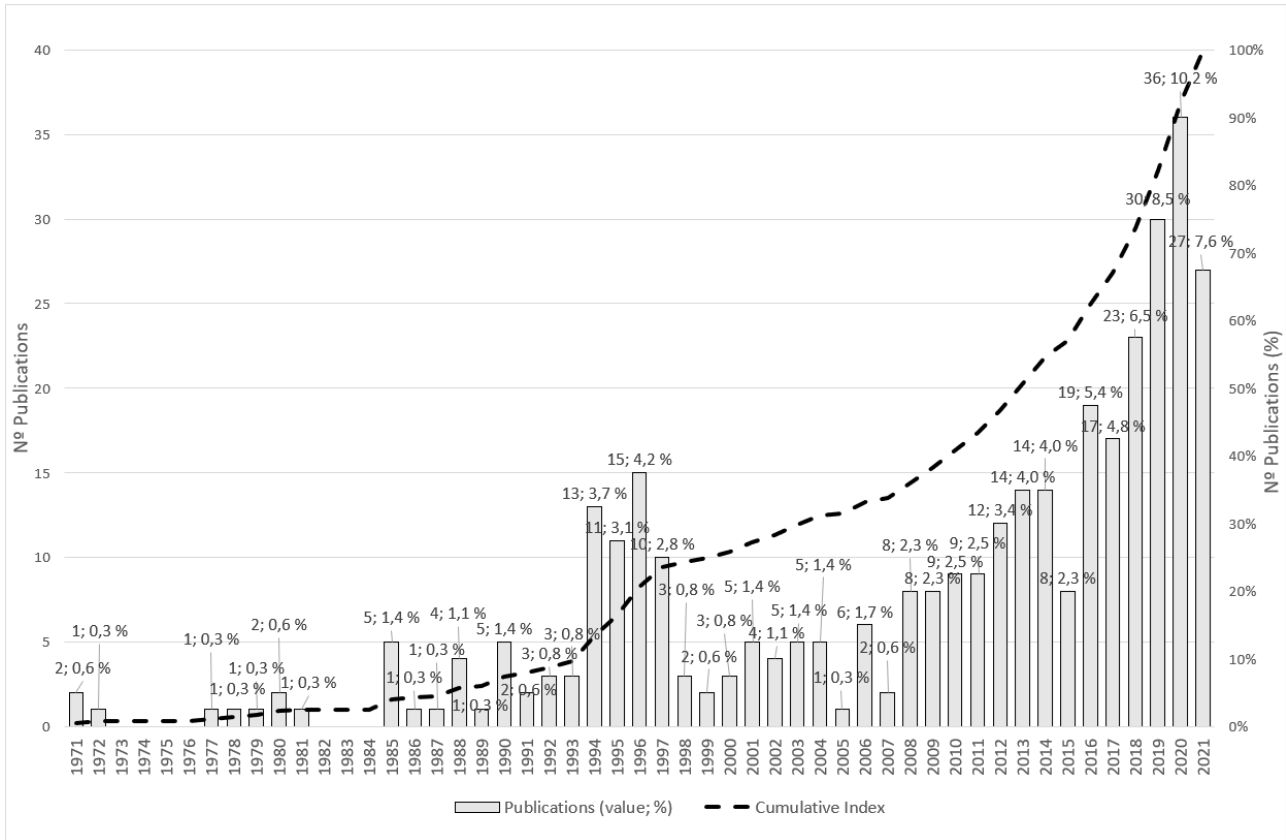
The result was 353 publications, with more than 15,000 citations. Of these publications, 339 are articles, 2 are books and 12 are book chapters, between 1971 and 2021, from 223 different sources (Table 2). The overall data show that these are relevant documents for the scientific community, with significant average values in terms of citations per year and per document. In terms of temporal evolution, after a boom period in the mid-1990s and a subsequent slowdown, it is in the last 15 years that research on the diffusion and adoption of innovations in agriculture has experienced a particularly significant increase in the number of relevant contributions (Figure 2).

Table 2. Main information about the references collection

Description		Results
Main information about data	Timespan	1971- 2021
	Sources (Journals, Books, etc.)	223
	Average years from publication	12.9
	Average citations per documents	14.7
	Average citations per year per document	1.33
	References	15,178
	Article	339
	Book	2
	Book chapter	12
	Total documents	353
Document contents	Keywords Plus (Scopus Keywords)	1,293
	Author's Keywords (DE)	986
Authors	Authors	938
	Authors of single-authored documents	68
	Authors of multi-authored documents	870
Authors collaboration	Single-authored documents	75
	Documents per Author	0.376
	Authors per Document	2.66
	Co-Authors per Documents	2.94
	Collaboration Index	3.13

Source: authors' own elaboration

Figure 2. Evolution of number of scientific documents



Source: authors' own elaboration

The most cited publications provide a first and fairly accurate overview of research trends (Table 3). As the titles and keywords highlight, the research trends include a variety of topics related to the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture. As would seem logical, there is a variety of research that specifically explores such processes in developing countries (Feder et al., 2004; Fischer & Qaim, 2012), while others focus on barriers to technology adoption (Long et al., 2016; Nkonya et al., 1997). However, the most frequent themes are related to the adoption of sustainable practices, such as agricultural conservation, sustainable agriculture, organic agriculture, soil conservation or carbon emissions, among others (D'Emden et al., 2006; Dimara & Skuras, 2003; Hassanein & Kloppenburg J.R., 1995; Long et al., 2016; Nkonya et al., 1997; Waheed et al., 2018).

In addition to keyword-based searches, the third approach used for this analysis was based on "bibliometrix" package developed for the RStudio statistical software (Aria & Cuccurullo, 2017). This tool allows, among other types of analysis, bibliographic mapping (bibliographic linking and co-citation networks) to analyze the scientific landscape in any field of study (Aria et al., 2020, 2022).

Table 3. Most global 10 cited documents (based on Scopus)

	Paper	Title	Total Citations	Total citations per year
1	Fischer & Qaim (2012)	Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya	279	25
2	Edwards-Jones (2006)	Modeling farmer decision-making: concepts, progress, and challenges	211	12
3	Adrian, Norwood & Mask (2005)	Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies	144	8
4	Long et al. (2016)	Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland, and Italy	142	20
5	Feder et al. (2004)	The acquisition and diffusion of knowledge: the case of pest management training in farmer field schools, Indonesia	141	7
6	Nkonya et al. (1997)	Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy	122	5
7	Waheed et al. (2018)	Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission	112	22
8	Chen & Song (2008)	Efficiency and technology gap in China's agriculture: A regional meta-frontier analysis	91	7
9	D'Emden et al. (2006)	Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis	86	5
10	Yifu (1991)	Education and Innovation Adoption in Agriculture: Evidence from Hybrid Rice in China	84	3

Source: authors' own elaboration

Fourthly, for both the analysis of bibliographic coupling and that of co-citation networks, the requirement of a minimum connection of 3 axes per node has been maintained. Hence, the network is simplified, leaving those with a much more relevant role. This adjustment has made it possible to reduce the co-citation network to 85 nodes, while the coupling network has been reduced to 258 nodes. On the other hand, we work with the degree centrality, reflected in the size of each node. The degree centrality is a standard measure widely used in bibliometric analyses and characteristic of Social Network Analysis (Aria et al., 2020; García Hernández, 2013; van Oorschot et al., 2018; Wasserman & Faust, 1994), which allows visualizing the most

active network nodes through the connections in the adjacency matrix. In this particular case, the degree of centrality refers to the connections between nodes in the bibliographic network.

Different methods can be used to detect and define multiple communities in a network. Although experts differentiate between community detection and cluster analysis, for practical purposes these two approaches are similar and, for our objectives, it is not necessary to go into their specificities. Here we will work with the first approach, community detection, which is used to analyze networks that depend on a simple attribute which, in our case, would be the links between authors. In turn, within this approach there are various methods, among which the Louvain algorithm (Blondel et al., 2008) stands out, based on the gain of modularity (cohesion in the network), that is, on the definition or delimitation of communities that are made as cohesive as possible. For practical purposes, the algorithm, through multiple iterations, builds communities or clusters with the maximum cohesion that can be obtained from the given initial relationships. The algorithm is especially powerful for bibliometric analysis through citation networks, as highlighted in recent studies (Mejia et al., 2021). For all these reasons, this is the approach chosen in our research. In addition, we will use the most popular term “cluster” to refer the resulting communities from the application of this algorithm.

Considering the above, in order to obtain clusters we have relied on the “Louvain” algorithm, opting for a Fruchterman-based visualization, following the steps of previous studies performed with bibliometrix package (Aria & Cuccurullo, 2017). This type of algorithm and visualization layer positions the nodes with more connections in the center, while the distance between them indicates the proximity in the subject matter in the research field (Aria & Cuccurullo, 2017; Aria et al., 2020; Lancichinetti & Fortunato, 2009). Moreover, in the bibliographic coupling network, and for each of the clusters, the standard deviation of the degree centrality is used, with which we have an indicator of the degree of dispersion of the nodes in the network (O’Malley & Marsden, 2008; Valente et al., 2008). These adjustments make it possible to differentiate and give greater visibility to references with a greater number of connections in the bibliographic coupling network.

Finally, it should not be forgotten that bibliometric analyses face different limitations, especially bias limitations, at different stages (Gureyev & Mazov, 2022). Therefore, to minimize the effects of such limitations, firstly, a properly constructed syntax, which is adapted to our case study and allows reducing noise and false positives, is essential. Secondly, the bibliometric analysis must go through a process of reviewing the references of the selected documents to avoid, for example,

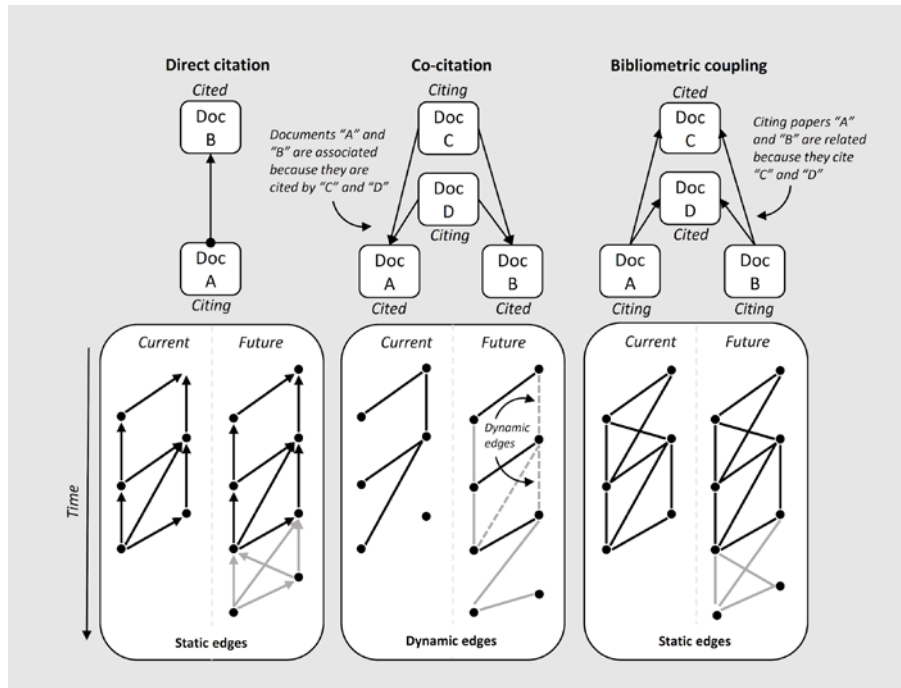
duplicities or missing citations, derived from the fact that the same reference has been recorded in different styles. Third, as highlighted in several studies (Linnenluecke et al., 2019; Onwuegbuzie & Frels, 2016), bibliometric analysis cannot replace a comprehensive literature review, or an in-depth meta-analysis, due to the large volume of information generated. Accordingly, one of the avenues that can be employed to reduce this information gap is to perform a detailed document analysis (van Oorschot et al., 2018). In doing so, the review, in addition to allowing the identification of theoretical-conceptual pillars and research trends, provides insight into methodologies of analysis (see Section 2.3 Methodological review of research trends).

2.2 Methods: direct citations, co-citation networks and bibliographic coupling

Bibliometrics or scientometrics often focuses on the investigation of the metadata contained in scientific references. This concerns the investigation of the properties of the publication system, who publishes and with whom, where it is published and to which area it belongs (Jarden et al., 2019; Nakagawa et al., 2019). The bibliometric review of the scientific literature allows us to obtain a relatively accurate picture and, in any case, sufficient to adequately assess the development of research on the topic in question. It also provides us with a high degree of accuracy about the various methods of analysis used and, if necessary, would allow us to reconsider and develop new methodological approaches (Petticrew & Roberts, 2008). Thus, two approaches are mainly used in bibliometrics, 1) performance analysis and 2) science mapping or bibliometric mapping. The former represents the impact factor and productivity, while the latter explores co-citation, coupling and keyword co-occurrence networks.

Three methods can be distinguished in bibliometric analysis: direct citations, co-citation networks and bibliographic matching (Kleminski et al., 2020) (Figure 3). Firstly, direct citations serve to identify specific information but are not usually used due to the need for long time windows (Boyack & Klavans, 2010, p. 2390). Secondly, co-citation is consistently generated by citing authors and, therefore, as citation patterns change over time, the associated topics and terms will also change. Thus, co-citation is an important element of analysis because it provides an accurate picture of the conceptual or methodological structure in one or more key disciplines, and of the interactions that may be present between approaches or between disciplines themselves (Kleminski et al., 2020; White & Griffith, 1981).

Figure 3. Types of citations



Source: adapted from Nakagawa et al. (2019)

Thirdly, bibliographic coupling measures the overlap of citations of the articles themselves (Aria et al., 2020). This enables tracking of relationships between documents, connections between different subject fields, generation of clusters between authors, between words or abstracts from co-citation structures. Bibliographic coupling is very close to collaboration and word association analysis. For this reason, by coupling between two or more documents it is understood that they have references in common. Consequently, the intensity of such coupling is determined by the number of references they have in common among that set of documents (Kleminski et al., 2020). Thus, while direct citation and bibliographic coupling are static, co-citation is dynamic and changes over time (Nakagawa et al., 2019).

2.3 Methodological review of research trends

The most common methodological approaches for analyzing the diffusion and adoption of innovations have been based on econometric models (Gruber, 2020; Ruttan, 1996). However, during the last few years, a debate has emerged in the scientific literature on the need to broaden the methodological perspective, incorporating mixed methods. These are characterized using behavioral models, social network analysis, and the study of spatial processes or methods based on focus groups, among others, responding to complementary methods to the classic

econometric models. Different approaches or approaches have been developed to address the same central issue (Daouda & Bryant, 2016; Kaufmann et al., 2011; Wossen et al., 2015).

In this research, we have carried out an approach to these different methodological approaches to the investigation of the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture. For this purpose, based on the bibliographic coupling network, we have selected the most representative articles in each of the clusters, including in each subsection a summary table with the key elements of the main methodological research trends (section 4).

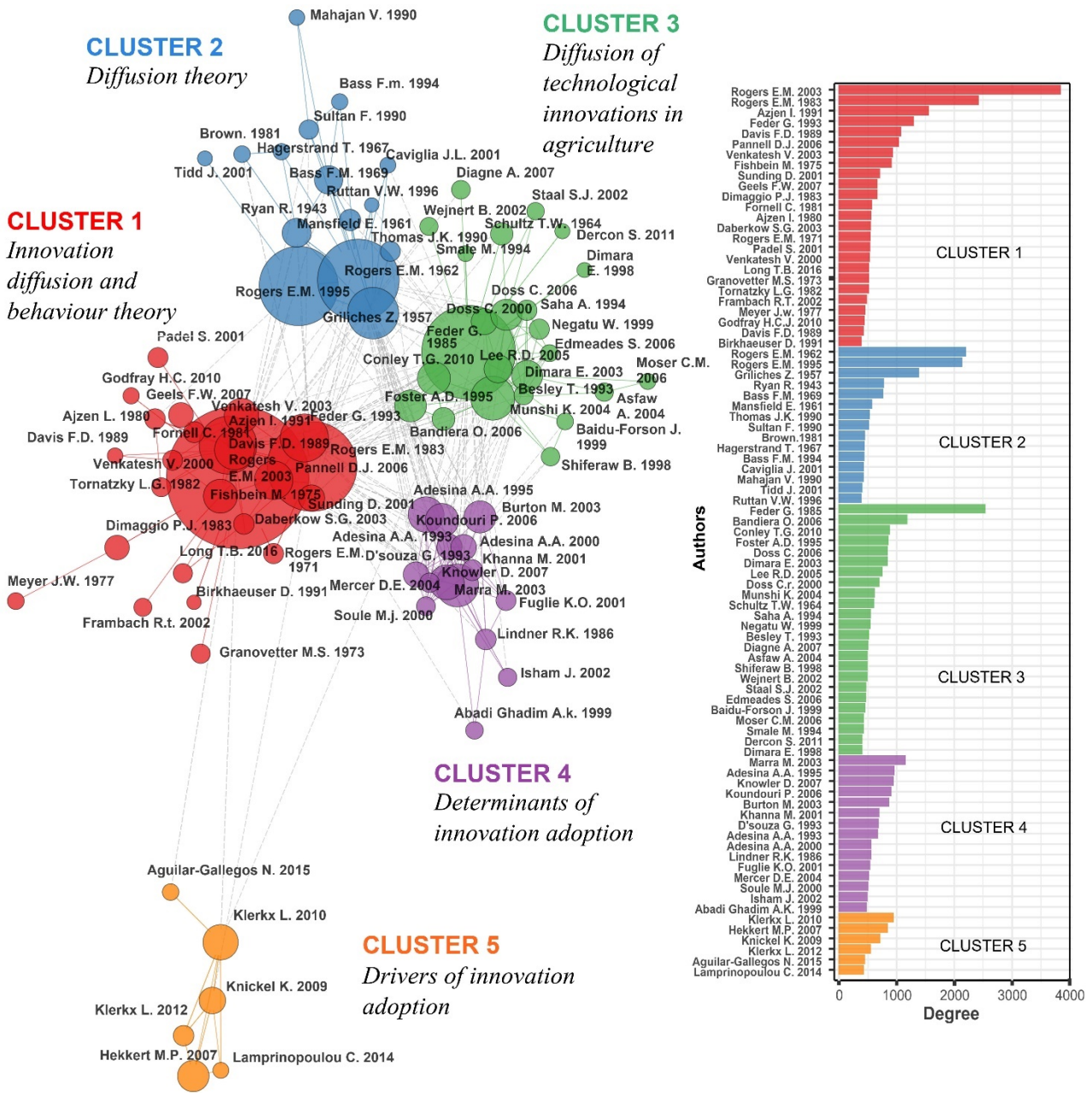
3 Co-citation network and resulting clusters: theoretical approaches

In this section, based on the co-citation network, the theoretical and conceptual foundations of the diffusion and adoption of innovations in agriculture are defined and analyzed (Adesina & Baidu-Forson, 1995; Bandiera & Rasul, 2006; Feder et al., 1985; Marra et al., 2003).

To begin with, the resulting co-citation network highlights the presence of 5 clusters clearly differentiated from each other (Figure 4). In this network we have retained only the 85 nodes that, according to their degree of centrality (degree of entry of each of the documents in question), are the most relevant. As can be seen, Rogers' research occupies especially central positions, being present in three of the five clusters of the network. These are, in fact, successive editions and updates of his classic work "Diffusion of Innovation" (Rogers, 1962, 1983, 1995, 2003). Having this reference work in common does not prevent the five clusters from being well differentiated, as highlighted by the label we have assigned to each of them. They constitute, therefore, theoretical, and conceptual pillars in research on the diffusion and adoption of innovations: cluster 1 "Acceptance Behavior Theory"; cluster 2 "Diffusion Theory and econometrics model's diffusion"; cluster 3 "Technology diffusion in agriculture", cluster 4 "Determinants of innovation adoption" y cluster 5 "Agricultural innovation systems".

Taking the above into account, in second place, a synthesis of these main theoretical pillars on the adoption and diffusion of innovations is made. As can be seen, the theoretical currents on the adoption and diffusion of innovations embrace fields of study as varied as those related to behavioral theories, institutional theory and theories of social capital (Table 4 and subsequent sections).

Figure 4. Co-citation network and resulting clusters about the adoption and diffusion of innovations in agriculture. Theoretical cornerstones



Source: authors' own elaboration

Table 4. Synthesis of the main theoretical pillars
on the adoption and diffusion of innovations

Theory	Authors	Theory conceptualization
Theory of Diffusion of Innovations	Rogers (2003)	The theory of diffusion of innovations studies the process of adoption of innovations through 4 elements: 1) the innovation or idea and how it is communicated through 2) certain information channels over time 4) time within a 5) social system.
Theory of Planned Behavior	Ajzen (1991); Fishbein & Ajzen (1975)	General theory applicable to an array of behaviors, including the forces which influence the use of IT. Diffusion research applies to the behavior of accepting or rejecting an innovation. It is a widely applied expectancy-value model of attitude-behavior
Institutional theory	DiMaggio & Powell (1983)	The efforts to achieve rationality with uncertainty and constraint lead to homogeneity of structure (institutional isomorphism). Isomorphism is a "constraining process that forces one unit in a population to resemble other units that face the same set of environmental conditions".
Technology Acceptance Model	Davis et al. (1989)	The model postulates that there are two determinants of potential uptake: 1) perceived usefulness and 2) perceived ease of use. The key to this model is its emphasis on the potential perception of the potential adopter
Technology Acceptance Model 2	Venkatesh & Davis (2000)	In addition to perceived usefulness, there are subjective norms, image, job relevance, output quality and result demonstrability. These are a set of 'determinants' of perceived usefulness.
Technology Acceptance Model 3	Venkatesh & Bala (2008)	Integrated model of technology acceptance. The determinants alluded to are: 1) self-efficacy, 2) perceived external control, 3) anxiety, 4) joy, 5) perceived enjoyment and 6) objective usability.
Unified Theory of Acceptance and Use of Technology	Venkatesh et al. (2003)	To propose other constructs such as social influence, value, habit, hedonic motivation and facilitating conditions, considering age, gender and experience as moderating variables.

Table 4. Continuation

Theory	Authors	Theory conceptualization
Theory of Spatial Diffusion	Hägerstrand (1965)	The model is used to understand the processes of spatial patterns of diffusion of ideas. It creates chronological and geographical patterns generated in a process of diffusion of government subsidies for pasture improvement in Sweden.
Social Network Analysis	Granovetter (1973)	The theory argues how social interaction is influenced more than we usually appreciate by previously established weak ties with other actors with whom we have little or no contact.

Source: authors' own elaboration

3.1 Innovation diffusion and behavior theory

This cluster consists of 25 references (29% of the total network), with a very cohesive structure. Based on the works that compose it, this cluster represents well the theoretical-conceptual currents linked to the theory of diffusion, behavior and acceptance.

First of all, the works with the greatest presence are related to "Diffusion Theory", largely due to references to Rogers' "Diffusion of Innovation" (1962, 1983, 1995, 2003). The scientific literature concerning "Diffusion Theory" has a great impact on the study of adoption and diffusion of innovations and is often connected with behavioral theories to explain the innovator's attitude towards the adoption or non-adoption of an innovation (Ajzen, 1991; Fishbein & Ajzen, 1975). Therefore, to explain the attitude of potential adopters, Rogers (2003) established five main attributes in relation to innovations, such as relative advantage, complexity, compatibility, observability and trialability).

Secondly, a complementary approach, in second place in terms of importance after Rogers' contributions, is based on the "Theory of Reasoned Action" (TRA) (Fishbein & Ajzen, 1975) which, in turn, derived from Ajzen's "Theory of Planned Behavior" (TPB) (1991). According to this perspective, the more or less receptive attitude to innovations is related to other variables, such as convictions, social pressure, intentions and behavior, in order to predict human behavior. The difference between TRA and TPB is that the latter incorporates the locus of control as a determinant factor in behavioral intentions, considering that attitudes alone are not sufficient, and that the block of beliefs, social pressures and risk perception are fundamental to take behavioral intentions into account.

Thirdly, another relevant contribution based on behavioral models is the “Technology Acceptance Model (TAM)” introduced by Davis (1989). This model takes as its starting point the TRA model of Fishbein and Ajzen (1975). The TAM suggests a relationship between two variables, perceived ease of use and perceived usefulness of use. Both this and subsequent updates, such as TAM2, TAM3 and the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) (Venkatesh & Bala, 2008; Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh et al., 2003) highlight the robustness of this model as a key to understanding predictors of human behavior towards technology acceptance or rejection (Marangunić & Granić, 2015), and hence its prominent weight in the scientific literature on diffusion and adoption of innovations.

Fourth, the “Institutional Theory” (DiMaggio & Powell, 1983; Meyer & Rowan, 1977) is an approach that helps to explain the important influence the institutional environment can have on the development of organizational structures. In this context, the acceptance of innovative structures helps to legitimize the adoption of innovations, while their non-adoption may be considered irrational or negligent. Thus, there would be a pressure, often of a normative nature, towards homogeneity of organizational structures. This implies that there would be a tendency for organizations to be similar to each other, but not necessarily efficient (DiMaggio & Powell, 1983, p. 149).

3.2 Diffusion theory

The second group includes a total of 15 references (18% of the total network). The concept that articulates it is “Diffusion Theory”, including here references on meta-analyses of the application of diffusion models, literature reviews of diffusion models and management and organization (Mahajan et al., 1990; Sultan et al., 1990; Tidd, 2001). As in the first group, the reference to Rogers’ (1962) and (1995) “Diffusion of innovation” is very present. Around Rogers, pioneering studies on the adoption of hybrid maize as a type of innovation, which was adopted through the social “snowball” mechanism (Ryan & Gross, 1943), stand out. These processes responded to logistic S-curves, with profitability being a function of market density (Griliches, 1957).

Linear models for predicting diffusion resulting from word-of-mouth account for a large part of the references in this second cluster. Mansfield (1961) was one of the main authors of this approach. For his part, Bass (1969), through mathematical modeling, brought to light evidence of the “S” diffusion pattern in his work “A new product growth for model consumer durables”, known as the “Bass model”. This is based on the idea that “the probability of adoption by those who have not yet adopted is a linear function of those who have previously adopted”.

Another important approach in the field of diffusion theory is its spatial dimension. Hägerstrand considers spatial diffusion as a fundamental phenomenon that spreads gradually over time (Hägerstrand, 1965; Hägerstrand, 1967). Two elements would be key to explain the processes of diffusion of innovations, space and hierarchy. Thus, contacts occur at a specific point in space, so that greater or lesser proximity can contribute to a greater or lesser extent to access to information, given that diffusion would occur through interpersonal communication.

The spatial modeling of the diffusion of innovations is clearly connected with the contributions of Rogers (2003), especially regarding the adoption phases: knowledge, persuasion, decision, implementation, and confirmation.

3.3 Diffusion of technological innovations in agriculture

The third cluster includes a total of 24 references (28% of the total network). Unlike the previous clusters, the third cluster includes highly cited works in research on the adoption and diffusion of innovations in agriculture. These are studies on, respectively, developing countries (Conley & Udry, 2010; Foster & Rosenzweig, 1995; Lee, 2005) and the introduction of sustainable practices in agriculture (Dimara & Skuras, 2003; Lee, 2005).

Some studies stress the need for comparable evaluations at the micro scale (Doss, 2006), others studies that have highlighted the strong impact of political decisions on the adoption of technological innovations in agriculture, for example through advisory mechanisms, credit instruments, or different regulations, among others. Feder et al. (1985) which examines the participation of the public sector as a key factor in the process of diffusion of knowledge and information on technological innovations, agricultural input markets, credit, and investment in agricultural infrastructure.

The relevance of these support systems is also evidenced in another research, more focused on the social network approach. Hence, Bandiera & Rasul (2006) explore the complexity of farmers' decision making when adopting an innovation, the effects of the network and the asymmetry between peers due to the fact that an individual may respond heterogeneously within the same network.

3.4 Determinants of innovation adoption

The fourth cluster includes a total of 15 references (18% of the total network). It is articulated around the concept of "Determinants of adoption". Whereas traditionally the determinants of adoption of innovations have been linked to economic attributes (Mansfield, 1961), the analysis of

the characteristics of potential adopters, opinion leaders, communication channels and perception, have been traditionally studied by sociology, receiving less attention from economics (Adesina & Baidu-Forson, 1995; Adesina & Zinnah, 1993; Marra et al., 2003; Rogers, 2003; Ruttan, 1996).

One of the most relevant references on the determinants of the adoption of innovations is (Marra et al., 2003). This work focuses on agricultural technologies and proposes a conceptual framework that includes an analysis of the main impacts of the adoption of innovations, as well as the elements of risk derived from adoption. It also points out the importance of distinguishing between the different aspects involved in risk-taking by adopters, as well as the role of uncertainty and learning in the adoption process.

Some studies conclude that human capital (characteristics of potential adopters, such as age and, above all, education) have a weight, even more important than institutional capital, both in the decision to adopt innovations and, in general, when facing the uncertainty involved in such decisions (Isham, 2002; Koundouri et al., 2006; Souza et al., 1993). Thus, in the adoption of sustainable practices in agriculture, along with consumer demand for organic products and potential cost savings, the farmer's personal convictions stand out as a fundamental element of human capital (Souza et al., 1993). The adoption of these sustainable agricultural practices is related to the awareness of the adopters (awareness effect) that depends on the farmers' perception of the benefits they can bring (Abadi Ghadim & Pannell, 1999; Souza et al., 1993).

3.5 Agricultural innovation systems

The last of the co-citation clusters includes only 6 references (7% of the total network), forming a sub-network that connects with classic contributions in the scientific literature on the adoption and diffusion of innovations (Feder et al., 1985; Rogers, 2003). The articulating elements of this cluster, clearly differentiated from the rest, are the "agricultural innovation systems and strategies". The concept of innovation systems refers to a comprehensive approach that focuses on the analysis of the different social subsystems that contribute to the emergence of innovations, including actors and institutions. The agricultural innovation systems approach can be ranked among the most recent among systemic approaches (Klerkx et al., 2010; Klerkx et al., 2012; Lamprinopoulou et al., 2014). As (Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann, & Smits, 2007) points out, "If we knew what kind of activities foster or hamper innovation—thus, how innovation systems 'function'—we would be able to intentionally shape innovation processes" (p. 414).

Along this approach, reference research has been developed focusing, for instance, on the concept of multifunctionality of agriculture and rural areas, including the role of different types of gaps, social demands and the capacities of innovation and advisory agencies to induce adjustments in farms (Knickel et al., 2009). These works lead to the conclusion that for innovation to work, the support of innovation networks, such as institutions, administrations, and agricultural extension services, is necessary. This support is necessary to induce changes considering the needs of farmers, to overcome barriers to the adoption of innovations, as well as to prevent unintended consequences in the adoption process (Klerkx et al., 2010; Knickel et al., 2009).

Linked to agricultural innovation systems and not reflected in the bibliometric analysis, we have on the one hand, the contributions made by Spielman on innovation systems (Spielman, 2005; Spielman et al., 2011). Moreover, we would like to highlight the importance of the Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS) approach, for the identification, analysis, and evaluation of the various actors in the agricultural sector, as well as their communication and interaction for innovation processes (Knierim et al., 2015). This approach is widely used to investigate characteristics related to governance structures, capacity, management, social networks, advisory methods, as well as innovation support arrangements such as research, education, and innovation funding (Gava et al., 2017; Klerkx, et al., 2017; Prager et al., 2017).

4 Coupling bibliography: methodological approaches to the analysis of diffusion and adoption of innovation in agriculture

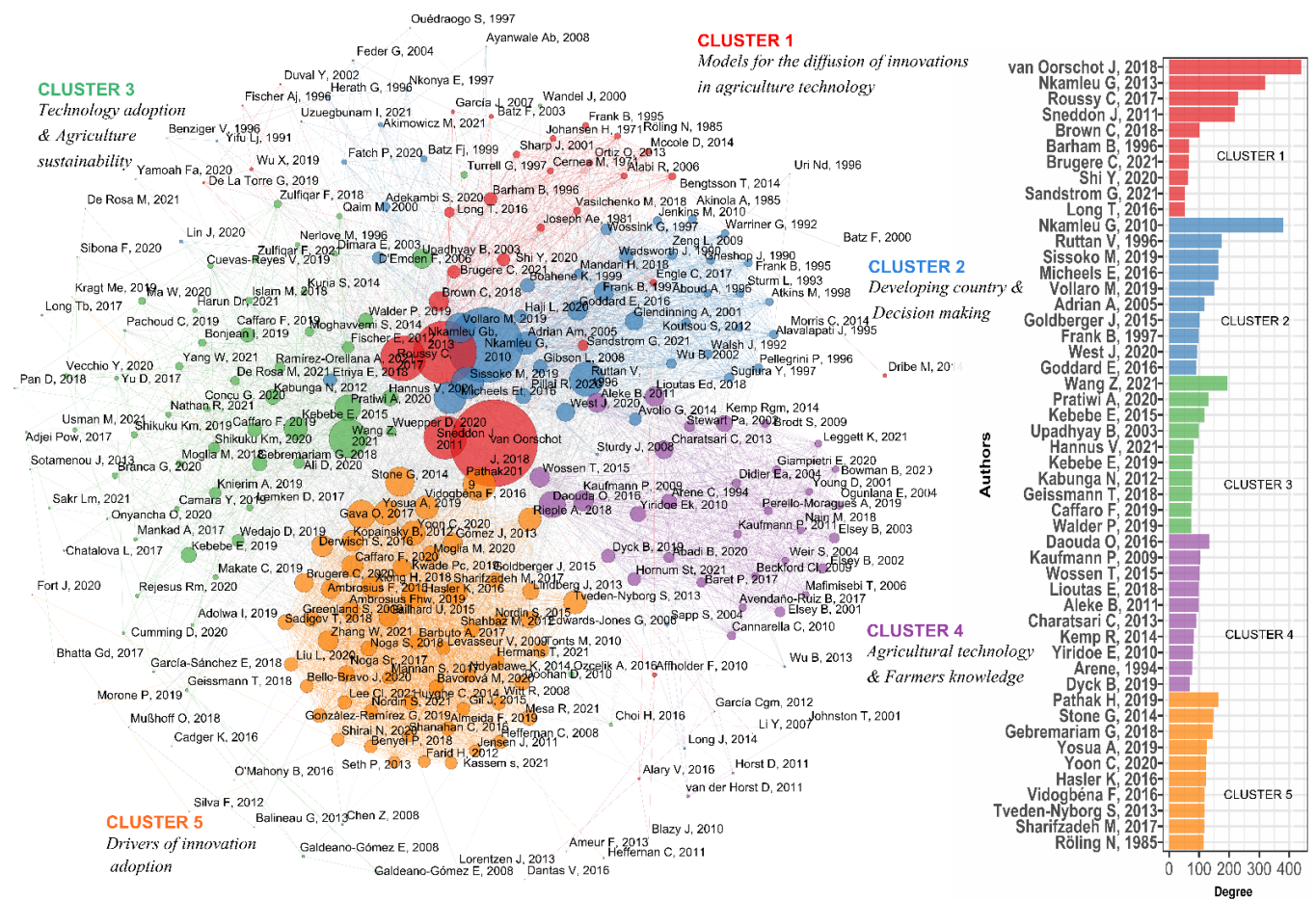
This section reviews research trends on the adoption and diffusion of innovations in agriculture through literature coupling analysis. It should be recalled that, unlike co-citation analysis, which consists of analyzing the frequency of connection between cited authors to identify theoretical-conceptual research streams, bibliometric analysis reveals current research trends. In bibliometric analysis, current research trends are revealed through the degree of affinity of the citing authors.

Figure 5 presents, firstly, a bibliographic network with 258 publications (between 1971 and 2021), in which a total of five clusters have been defined, according to their thematic affinity. In addition, in this same Figure 5, the first 10 references with the highest degree of connection in each of the clusters have been represented in a bar graph. This is a relatively homogeneous bibliographic network where the clusters share many connections with each other, as expected. This indicates that the methodological approaches to the adoption and diffusion of innovations in agriculture are complementary to each other, with different theoretical and conceptual frameworks, different methodologies, and equally diverse practical applications. Besides, the

proximity between the nodes shows the greater or lesser degree of affinity or dispersion between them (Hansen et al., 2019).

The label or characterization of each cluster is obtained from the review of the articles included in each cluster, as well as the frequencies of the keywords. Thus, the clusters can be characterized as follows according to the thematic or methodological approach: cluster 1 “Technological adoption and agricultural technology”; cluster 2 “Developing countries & decision making”; cluster 3 “Technology adoption & agriculture sustainability”; cluster 4 “Agricultural technology & farmer’s knowledge”; cluster 5 “Agricultural worker & Alternative agriculture”. However, different approaches and themes appear in two or more of the clusters at the same time. This is not an anomaly, but rather emphasizes that different groups of researchers use very similar methodological approaches and apply them to their different contexts and research.

Figure 5. Bibliographic coupling network and resulting clusters on the adoption and diffusion of innovations in agriculture



Source: authors' own elaboration

Table 5 shows the total number of publications, the total number of citations, the average number of citations and publications per year and, finally, the three most cited publications in each cluster. This table provides support for analyzing the most frequent methodological approaches. In each of the subsections of this same section, as mentioned above, a table is added with the methodologies frequently used for research on the diffusion and adoption of innovations in the agricultural sector.

Table 5. Summary table bibliographic coupling

Cluster	Cluster theme or approach	N° of papers	Total citations	Average cites by year (From first publication)	Average degree	Degree (Standard Deviation)	The most cited article every cluster
1	Models for diffusion of innovations in agriculture technology	34 (13%)	663 (16%)	13.26	56.11	94	(Long et al., 2016): 142
2	Developing countries & decision making	56 (22%)	1,285 (30%)	22.9	56.93	60.5	(Adrian et al., 2005): 144
3	Technology adoption & agriculture sustainability Developing countries	70 (27%)	1,021 (24%)	14.6	37.37	33.30	(Fischer & Qaim, 2012): 279
4	Agricultural technology & farmer's knowledge	36 (14%)	551 (13%)	15.5	53.81	29.5	(Wossen et al., 2015): 78
5	Drivers of innovation adoption	62 (24%)	739 (17%)	11.9	80.76	32.5	(Edwards-Jones, 2006): 211
Total		258 (100%)	4,259 (100%)	84			

Source: authors' own elaboration

The five clusters are relatively well delimited, although not free of connections between them. They can be characterized according to their size (number of publications) and, above all, aspects related to degree (which expresses the number of connections in the bibliographic internal coupling network). Thus, clusters 1 and 4 are the smallest (with 14% each of the bibliographic network), while the remaining clusters are significantly larger (between 22% and 27%). If we consider the maximum degree, clusters 1 and 2 each have one publication with a particularly central role (440 and 380 respectively). In the remaining clusters, this preponderant role of a single publication in the coupling network is more diluted (194 for cluster 3, 135 for cluster 4 and 164 for cluster 5).

The average degree of each cluster is an interesting indicator in that it highlights the average number of connections (citations) between the publications that make up that cluster. It is therefore an indicator of the density of relationships. Cluster number 5 is, with a clear difference from the rest, the one that presents the highest average degree, that is, the highest density of connections between all the publications (and, therefore, between the authors, at least at the level of mutual citation of the respective papers). This is also noteworthy in view of the fact that this high density of connections occurs despite the comparatively high number of publications.

Clusters 1, 2 and 4 present average levels, while cluster 3 presents the lowest density of relationships in comparative terms. This means that many of the publications included here do not have particularly strong links between them, and can even be said to be more isolated.

Complementing the average degree, the SD shows the internal dispersion within each cluster. Thus, three of them (3, 4 and 5) have a comparatively low SD, i.e., average distances between publications (authors) are lower and more homogeneously distributed. This is why in these three clusters the differences between the highest and lowest ranked node or publication are much lower than the differences in the remaining two clusters. Indeed, clusters 1 and 2 present a comparatively high SD, which derives from the presence of a very small number of publications with very central positions. Thus, in cluster number 2, only one publication occupies a very central position, whereas in cluster number 1 this centrality is more distributed among four publications. Thus, here the difference between the publication with the highest and the lowest degree is much greater, as can be seen in Figure 5).

In any case, the above data do not call into question the internal coherence of any of the clusters, so that all of them highlight well-defined (but obviously not totally independent) thematic associations, as will be seen below. Nor can it be said that one is more effective or better than

another. They are simply sets of publications in different contexts, with particular emphasis on that which characterizes clusters 1 and 2, where there is a clear dominance around a very small number of very central publications, and clusters 4 and 5 and, to a lesser extent, 3, where the dominant position of a small number of publications is much more diluted.

4.1 Models for the diffusion of innovations in agriculture technology

Given the detected research trends we have named this cluster "Models for the diffusion of innovations in agricultural technology" and the authors with the highest number of citations are (Batz et al., 2003; Long et al., 2016; van Oorschot et al., 2018) with 142, 69 and 57 respectively. The topic "Models for the diffusion of innovations in agricultural technology" is fairly well represented in the literature, especially from the last two decades, highlighting the work of Batz et al. (2003) and, at some distance from this research, largely because they are more recent, are among the most cited, the works of Long et al. (2016) and the bibliometric review of van Oorschot et al. (2018). Research based on diffusion models, however, is highly interconnected with cluster two, on "Developing countries & Decision making" through several references with central positions within the network (Nkamleu, 2010; Sneddon et al., 2011; van Oorschot et al., 2018).

The methods of analysis used by the papers constituting this cluster are varied, including qualitative methods, through interviews and discourse analysis (Long et al., 2016), and quantitative, based on diffusion models (Sneddon et al., 2011). The latter are mainly based on diffusion theory (Bass, 1969; Rogers, 2003), but also on econometric models (Alary et al., 2016). In addition, review papers, which analyze the innovation adoption literature broadly and comprehensively, stand out (Roussy et al., 2017; van Oorschot et al., 2018).

Theoretical streams complement each other and combine several approaches as a means of research. For example, the "Theory of Planned Behavior" in combination with the "Diffusion Theory" (Rogers, 2003) aims to gain insights into the attitude and determinants for the adoption of innovations (Brugere et al., 2020).

Scientific literature has shown that there are agronomic, economic and psychosocial determinants that affect decision-making on the adoption of innovations (Long et al., 2016; Roussy et al., 2017; van Oorschot et al., 2018). One example is the development of agroecology, a complex innovation that aims to reconcile agricultural productivity with environmental protection, in which classical agronomic techniques are combined with innovative production techniques. Within this innovation, in addition to these tangible factors, there are others, less tangible, such as individual

perceptions, which can be of great relevance (Roussy et al., 2017). The barriers affecting tangible factors linked to the adoption of innovations are being widely studied. This has been highlighted by Long et al. (2016) in their study on barriers to the adoption of innovations both on the supply side (technology suppliers and members of the agricultural supply chain) and on the final demand side (users).

As for the less tangible factors, the lack or insufficiency of information can explain the existence of lags and, therefore, the partial adoption of innovations (Fischer et al., 1996). Lack of training is closely related to the availability of adequate information, especially when it directly influences the ability to adopt and manage complex technologies, as well as the speed of their adoption (Batz et al., 2003; Batz et al., 1999). Other studies highlight the importance of both the social context in which adopters are situated and the interaction between farmers and agents (Ortiz et al., 2013; Shi et al., 2020; Sneddon et al., 2011).

Spatial diffusion models are very prominent in the analysis of innovation diffusion (Brown et al., 2018; Johansen, 1971; Joseph & Keddie, 1981). In this regard, relevant research builds on Hägerstrand's (1965) contributions on the influence of major community centers on communication patterns among farmers (Johansen, 1971), changes in adoption rate (Joseph & Keddie, 1981), and time lags that remain characteristic of the adoption of new management practices (Brown et al., 2018).

Table 6. Main research methods on the adoption and diffusion of innovations in the cluster 1

Publications	Main field research	Research method/model	Method/model operation	Method/model references
Sneddon et al. (2011)	Drivers of adoption	Bass diffusion model	It is applied to investigate the process of adoption of new products in a population. Adopters can be innovators or imitators. The speed and timing of adoption depends on their degree of innovation and the degree of imitation among adopters.	Bass (1969); Rogers (2003)
Fischer et al. (1996)	Time of adoption	Bayesian model	The model is used for accounting for empirically observed lags within the time lags between when farmers learn about an innovation and when they adopt it.	Feder & O'Mara (1982)
Batz et al. (1999, 2003)	Innovation diffusion	Speed innovation adoption model	The model explains the speed of adoption in relation to the characteristics of the new and traditional technology.	Adesina & Zinnah (1993)
Joseph & Keddie (1981) Brown et al. (2018) Johansen (1971)	Innovation diffusion	Spatial diffusion model	Logistic model of spatial dependencies to find evidence of new crop adoption and subsidies with spatial diffusion.	Hägerstrand, (1965, 1967)
Blazy et al. (2010) Alary et al. (2016)	Management innovations	Bio-econometric model	Bio-economic farm model based on the optimization of a utility function under multiple constraints, capturing the interactions between livestock activities and the introduction of no-tillage mulch-based cropping systems.	Affholder et al. (2010); Brown (000)
Fu et al. (2007)	Behavior adoption	TAM model	Examines perceptions and attitudes toward m-commerce adoption from the perspective of innovation adoption.	Davis et al. (1989); Fishbein & Ajzen (1975)
Shi et al. (2020)	Technology adoption	Agents based model	Explores whether and how such an information platform affects the diffusion of energy efficiency technologies in small and medium-sized enterprises, this study builds an agent-based model to mimic the processes of diffusion of energy efficiency technologies.	Bassm (1969)

Source: authors' own elaboration

4.2 Developing countries & decision making

This second cluster includes has been labeled as “Developing countries & Decision making” due to the most relevant research (Akimowicz et al., 2021; Ruttan, 1996; Wu & Zhang, 2013), among which the only book included in this cluster (Nkamleu, 2010) stands out. This work addresses the problem of low agricultural yields and the food crisis in sub-Saharan Africa, and explores the missing links in knowledge transfer that, to a large extent, explain the failure of technology diffusion. In this sense, they highlight, as do many other authors, the key and critical importance of knowledge transfer through intermediate actors, without which adequate adoption of agricultural innovations is often not achieved (Akimowicz et al., 2021; D’Emden et al., 2006; Fatch et al., 2020; Feder et al., 2004; Vollaro et al., 2019).

Scholars have addressed this issue with different methodological approaches, through econometric, behavioral, perception and learning models, and social capital analysis, both in developing and Western countries (Adrian et al., 2005; Alavalapati et al., 1995; Micheels & Nolan, 2016; Pillai & Sivathanu, 2020).

Using econometric models, the influence of public institutions on the market, through different mechanisms, is emphasized (Goddard et al., 2016; Vollaro et al., 2019). Using these same approaches, specific cases have been analyzed, such as the one highlighting the importance of farmer training to adopt technology packages (“technology ladder”) in Tanzania (Nkonya et al., 1997). Learning, and consequently the availability of access to knowledge and information for the adoption of innovations, is one of the factors to which, also from these approaches, more attention has been paid for the analysis of the adoption and diffusion of innovations (D’Emden et al., 2006; Fatch et al., 2020; Yifu, 1991).

Further econometric analyses also incorporate the perception of net benefit, farm size and educational level as elements that, according to the results obtained, positively influence the adoption of precision farming. Thus, Wossink et al. (1997) emphasized that decisions to adopt environmentally friendly techniques are not based exclusively on environmental and economic benefits, but also on the perception and availability of an adequately educated labor force. Similarly, Pillai and Sivathanu (2020), based on behavioral reasoning theory, focused their research on the adoption of the Internet by farmers in India, and concluded that the reasons for the adoption of innovations included the influence of the social environment, the positive perception that they were convenient and useful innovations.

The particularly important role of information and training in developing countries was emphasized by Feder et al. (2004), demonstrating the particularly positive relationship between training and the adoption of sustainable integrated pest management practices. Nevertheless, the environment in which innovations are successfully adopted, also in developing countries, is influenced by government involvement, agricultural extension agents and farmer leadership. It is thus a kind of innovation ecosystem in which all elements are necessary for farmers to adopt innovative solutions according to their situation, needs and perspectives (Akimowicz et al., 2021; Wu & Zhang, 2013).

Positive bias, in part derived from the role of local leaders, is relevant in all contexts. Emphasis is placed on the importance of the role of social capital associated with increased technologies to improve business practices and outcomes (Micheels & Nolan (2016), access to information and use of technique, as shown by the work of D'Emden et al. (2006) on the adoption of soil conservation farming practices by grain producers, through a behavioral model.

In terms of social interactions, young farmers are an important part of the diffusion of agricultural innovations, yet they are often trapped in traditional structures. Koutsou & Partalidou (2012) analyze the minorities of innovators who move from being passive subjects, to stimulating innovation systems, and encourage the support of these with the aim of provoking a change action that motivates non-adopters.

Within this same cluster 2 we found two studies with a gender focus in developing countries (Aboud et al., 1996; Mandari & Chong, 2018). They enhance the role of agrarian women and suggest that women have a slightly higher level of adoption in various conservation practices.

Table 7. Main research methods on the adoption and diffusion of innovations in the cluster 2

Publications	Main field research	Research method/model	Method/model operation	Method/model references
Adrian et al. (2005)	Precision agriculture	Structural equation modeling	This document reports research on the perception and attitudinal characteristics of farmers planning to adopt these technologies. A survey tool is used to measure perception and attitudinal constructs.	See Adrian et al. (2005)
Alavalapati et al. (1995)	Agroforestry practices adoption	Logit model	The study analyzes the factors that influence the adoption of agroforestry practices.	Rogers (2003); Souza et al. (1993)
Boahene, Snijders, & Folmer (1999)	Agricultural innovations	Logistic regression model	To explain the adoption of agricultural innovations in developing economies.	Hosmer Jr, Lemeshow, & Sturdivant (2013)
Feder et al. (2004)	Knowledge diffusion	Knowledge acquisition model	This document uses panel data from Indonesia to assess the degree of dissemination of integrated pest management knowledge from trained farmers to other farmers.	Griliches (1957)
Haji, Valizadeh, Rezaei-Moghaddam, & Hayati (2020)	Behavioral intention	TAM model	Introduction of existing models of acceptance behavior, comparison of these theories with a critical point of view, presentation of a theoretical framework based on TAM and testing of possible relationships between variables	Davis et al. (1989)
Micheels & Nolan (2016)	Social capital Knowledge networks	Social Capital	The study examines how structural factors, such as farm size and life cycle, and individual factors, such as social capital and absorptive capacity, affect the adoption decision among cattle farms.	Molina-Morales & Martínez-Fernández (2010)
Yifu (1991)	New technology adoption	Probit model	Used to estimate the probability that an observation with particular characteristics would fall into a specific category.	Jamison & Lau (1982)

Source: authors' own elaboration

4.3 Technology adoption and agriculture sustainability in developing countries: the predominance of quantitative approaches

This cluster has been labeled “Technology adoption & Agriculture sustainability”. It includes research addressing aspects such as supportive public policies and the crucial role of extension agents, all within the framework of “sustainable agriculture, capacity building and training, or the role of gender in relation to the adoption of innovations (Bhatta et al., 2017; Branca & Perelli, 2020; Chatalova et al., 2017; Concu et al., 2020; Harun et al., 2021; Knierim et al., 2019; Mankad et al., 2017; Moglia et al., 2020; Ozcelik, 2016; Wedajo et al., 2019). Dissemination of knowledge to users is equally important (Harun et al., 2021; Rejesus & Jones, 2020; Usman et al., 2021).

Indeed, technology adoption and sustainable agriculture are two concepts that are commonly linked in the scientific literature about the diffusion and adoption of agricultural innovations and have often been studied in developing countries (Onyanha & Onyango, 2020; Yamoah et al., 2020). Nevertheless, the concept of “sustainable agriculture” is ambiguous in the sense that the criteria for sustainability differ according to the type of farming system. Thus, any attempt to distinguish some technologies and systems as “sustainable” risks implying that others are not (Schaller 1993; Lee 2005). Moreover, in developing countries, true sustainability has to include aspects such as food security or income in rapidly growing populations (Lee, 2005). In relation to these countries, FAO (1989) has already defined five main attributes: resource conservation, non-degradation of the environment, technically feasible, and economically and socially acceptable.

Among the most impactful research in this network is that of (Wang et al., 2021), which focuses on the need to adopt innovations to mitigate the impact of practices in Chinese agricultural production, using a “technology-organization-environment” methodological framework. Their results suggest that relative advantages, as well as support from agricultural extension services, have a positive effect on the adoption decision.

Several studies have analyzed the role of farm size in the adoption of sustainable practices. Nonetheless, no conclusive results have been reached (Cuevas-Reyes, 2019; Makate et al., 2019; Walder et al., 2019; Wang et al., 2021). The environment may condition the importance of this variable, and thus, while in the case of China (Wang et al., 2021), it is concluded that farm size does not influence the adoption of sustainable practices, research in Italy on “smart

agriculture”, highlights that these types of innovations tend to be adopted comparatively more by larger farms (Caffaro & Cavallo, 2019, 2020).

Some research in developing countries emphasizes the barriers to the adoption of technological innovations, such as the absence of key actors, limited capacities (and training), farmers' insecurity about property rights (Kebebe et al., 2015), or the limited interaction between agents involved in different stages of the value chain, especially input and output markets (Kebebe, 2019).

Regarding the acquisition and dissemination of information and knowledge on agricultural practices and innovations, it is not only the presence of certain agents (for instance those linked to training) that is important. The central position and close links in the social network are equally important (Cadger et al., 2016; Pachoud et al., 2019; Zulfiqar et al., 2021). Hence, low interaction, reduced collective action among key actors, or very weakened leaderships would have direct negative effects on the adoption of innovations. For this reason, institutional arrangements may be necessary instruments to favor cooperation between the different actors in the system and achieve greater success in the adoption of agricultural innovations (Pachoud et al., 2019).

Finally, there is an interesting study on the role of women in the adoption of innovations. It refers to traditional lifestyles in Laos, and concludes that it is precisely women who, compared to men, are acquiring a greater role in non-agricultural work, in everything related to insertion in the modern economy, which is an important organizational innovation within families (Moglia et al., 2020).

Table 8. Main research methods on the adoption and diffusion of innovations in the cluster 3

Publications	Main field research	Research method/model	Method/model operation	Method/model references
Knierim et al. (2019)	Smart farming	Multi-actors' approach	Multi-actors' approach (mixed method). A comprehensive situational picture was compiled to evaluate smart agricultural technologies.	Geels (2002); Klerkx et al. (2010)
Hannus & Sauer (2021) Harun et al. (2021)	Decision making	Structural equation model (SEM)	To evaluate the individual factors that influence the decision-making process within the technology acceptance model (TAM).	Davis et al. (1989); Kline (2015)
Dimara & Skuras (2003)	Partial observability	Partial observability model	A proposal for models that allow a flexible specification of adoption from one to two stages	Saha, Love, & Schwart (1994)
Moghavvemi & salleh (2014)	Individual's technology acceptance	Technological acceptance model	To review and validate this model in the context of technological acceptance, while investigating the adoption of information technology innovation.	Ajzen (1991); Krueger & Carsrud (1993)
Chatalova et al. (2017)	Institutional dichotomy	Institutional analysis	It is based on the institutional approach that shows the possibility of technological innovations being encapsulated by dysfunctional institutions.	Feder & Umali (1993); Ramstad (1990)
Adolwa, Schwarze, Waswa & Buerkert (2019)	Technology adoption	Stratified sample	Randomized selection model to evaluate how different factors at plot, farm and institutional levels are evaluated	Long & Freese (2006)

Source: authors' own elaboration

4.4 Agricultural technology & farmers knowledge

The approaches or themes around which the research of this cluster is articulated can be defined as "Agricultural technology & farmers knowledge". These researches present many connections with those contained in cluster 1, although they also present points of contact with those of clusters 2 and 5, meaning that we will find shared references (coupled) with these clusters. The main difference compared to the previous cluster is that while in that cluster the use of quantitative models predominated, here they have much less presence, and qualitative approaches, such as interviews and focus groups, become dominant.

Specific papers on the periphery of the cluster focus on selected areas of study, supported by the theories of diffusion of innovations. Two examples are the one referring to bacteriological cultivation (Bowman et al. , 2020) and the study of factors influencing adoption of innovations for integrated pest management (Elsey & Sirichoti, 2003) using approaches based on theories of education (Chanyapate, 2018; Rogers, 1993). Further, more significant studies also take solid references, such as the theoretical foundations of behavioral theories (Ajzen, 1991), diffusion of innovations and social capital theory (Granovetter, 1973; Rogers, 2003). In its application to agricultural research, some investigations consider that the adoption of innovations on farms responds mainly to economic reasons, such as subsidies. These would be key to adopt organic farming, as highlighted, among others, by studies on the behavior of farmers in Latvia and Lithuania (Kaufmann et al., 2009; Kaufmann et al., 2011), or those referring to economic incentives for the adoption of “green” innovations (Lioutas & Charatsari, 2018). In the latter case, a prediction model is used based on possible motives for adoption, such as “adaptation to the social process of innovation diffusion, environmental concern, convenience, economic incentives and internal need to pursue change”.

In this sense, other research, which starts from the theoretical pillars of social capital (Bandiera & Rasul, 2006; Rogers, 1995; Young, 2009), considers that it plays an essential role in the adoption of sustainable practices for the improvement of agricultural land management, in environments as apparently diverse as Ethiopia (Wossen et al., 2015), and Scotland (Yiridoe, Atari, Gordon, & Smale, 2010).

In a different setting, in relation to information channels and, specifically, the use of the Internet in agriculture, research conducted in Greece indicates that in the early stages of agricultural information, access to the Internet can be effective. However, as progress is made and problems or very specific issues arise, the usefulness of the internet decreases and personal contacts with experts become necessary (Charatsari & Lioutas, 2013).

Overall, much of the research in this cluster refers to social capital and social ties (Brown & Reingen, 1987; Granovetter, 1973; Hansen, 1999), with the understanding that decision making involving the adoption of innovations is a social process. Namely, the decision-maker must have, more or less explicitly, the approval of the members of the social system to which he or she belongs, within the context, behavioral patterns and pre-established social norms. Thus, for example, a study on social groups in Quebec shows how social relations at the local level were the basis for the emergence of both material and immaterial innovations, both to introduce

innovations aimed at combating the effects of climate change and other types of innovations (Daouda & Bryant, 2016).

Table 9. Main research methods on the adoption and diffusion of innovations in the cluster 4

Publications	Main field research	Research method/model	Method/model operation	Method/model references
Wossen et al. (2015)	Social influence	Social capital	To analyze the importance of social capital in the adoption of improved agricultural land management practices.	Bandiera & Rasul (2006); Mafimisebi et al. (2006); Rogers (1995)
Kaufmann et al. (2009)	Social influence	Logit Model	To understand the dominant reason for the adoption of organic farming in Lithuania.	Ajzen (1991); Rogers (1995); Valente (2005)
Daouda & Bryant (2016)	Decision making	Focus Group	To analyze leadership relationships for the adoption of innovations for climate change adaptation.	Goldberger (2008); Granovetter (1973); Rogers (1995)
Lioutas & Charatsari (2018)	Adoption decision	Survey	To examine factors influencing adoption and motives that predict the adoption behavior of green innovations.	Ajzen & Fishbein (1980); Burton et al. (2003); Rogers (1962)
Yiridoe et al. (2010)	Information	Discrete choice model	To analyze information channels and sources for the adoption of conservation practices.	Rogers (2003); Souza et al. (1993)

Source: authors' own elaboration

4.5 Drivers of innovation adoption

The general trend of research revolves around the “Drivers of innovation adoption”, and this comprises organizational factors, perception and trust, social and cultural factors, interpersonal communication, learning and training, and mental models. Among the wide variety of research on adoption factors, two review papers are worth highlighting. The first is a methodological review (Edwards-Jones 2006), with a very prominent position in the network. It provides a revision of quantitative methods, which have been applied in agricultural research for many years, combining economic and behavioral models, the latter coming from psychology (Austin et al., 1998; Fishbein & Ajzen, 1975). The second review paper, although less prominent in the network, is of interest because it is a systematic analysis of precision agriculture in the context of

the diffusion of innovations, based on a total of 34 articles. The authors conclude that many of the multidimensional determinants of innovation diffusion (Ajzen, 1991; Davis et al., 1989; Knickel et al., 2009), which had been developed in industrial contexts, were absent in the adoption of precision technologies in agriculture (Pathak et al., 2019).

Nonetheless, it is clear that there are several factors that influence the adoption of agricultural innovations, as we have seen up to this point. Thus, in a study conducted on a smart farm, based on Rogers' (2003) innovation diffusion model, it was shown that the adoption of innovations responded to the combination of aspects such as technological compatibility, financial costs for the organization and changes in the digital environment (Hasler et al., 2016). Similarly, two other researches related to the role of organizations in accelerating the diffusion of innovations highlight the central role of opinion leaders and institutions (Mesa & Esparcia, 2021; Yosua et al., 2019) and the importance of formal leaders in generating trust for the adoption of agri-environmental measures (Gailhard, Bavorová, & Pirscher, 2015). Part of these works, directly or indirectly, are developed under the approach "agricultural innovation systems" and "Agricultural Knowledge and Information System" (Gailhard et al., 2015; Hasler et al., 2016) by considering interaction processes beyond the farm level and the transfer of knowledge between agents (Klerkx et al., 2010).

A study based on more than 200 surveys among vegetable producers in Benin relates confidence in adopting an innovation (installation of netting) to aspects such as farm size, distance to agricultural extension services, as well as farmers' experience (Vidogbéna et al., 2016). This is the reason why communication and interpersonal learning can decrease the knowledge gap, as several researches argue, such as the one referring to rapid learning on websites (Tveden-Nyborg et al., 2013), or to the training of farmers in "field schools" in Senegal (Witt et al., 2008). Finally, some research highlights how farmers' confidence in adopting innovations may be determined more by social and cultural factors than specifically economic ones (Gil et al., 2015; Heffernan et al., 2008), as well as being subject to cyclical fashions (Stone et al., 2014).

Table 10. Main research methods on the adoption and diffusion of innovations in cluster 5

Publications	Main field research	Research method/ model	Method/model operation	Method/ model references
Pathak et al. (2019)	Precision agriculture	Systematic review	Systematic review of the literature to explore the adoption processes of precision agriculture technologies.	Ajzen (1991); Knickel et al. (2009); Rogers (2003)
Gil et al. (2015)	Embedded systems	Surveys	Evaluation of integrated systems in Mato Grosso described in terms of their main technical and non-technical characteristics.	Rogers (2003)
Yosua et al. (2019)	Opinion leaders	Model agent-base	To analyze the effectiveness of opinion leaders in accelerating the diffusion of innovations.	Besley & Case (1993)
Hasler et al. (2016)	Innovation systems	Model diffusion of innovation	The model proposes that the adoption of an innovative technology is influenced by the relative advantages, complexity and compatibility of the technology, the innovativeness and knowledge characteristics of the CEO's.	Davis et al. (1989); Klerkx et al. (2010); Rogers (1995)
Vidogbéna et al. (2016)	Sustainable systems	Likert & Model probit	An organized probit model to determine which network characteristics were the most influential.	Dimara & Skuras (2003); Feder et al. (1985)
Sharifzadeh, Damalas, Abdollahzadeh, & Ahmadi-Gorgi (2017)	Biological control strategies	Technology Acceptance Model (TAM2)	To analyze perceived self-efficacy and facilitating conditions to investigate factors affecting acceptance and use of biological control in rice.	Rogers (2003); Venkatesh & Davis (2000)
Gailhard et al. (2015)	Interpersonal communication	Social Networks Analysis	To investigate the impact of interpersonal communication on the adoption of agri-environmental measures.	Bandiera & Rasul (2006); Rogers (2003)

Source: authors' own elaboration

5 Discussion and conclusion

Throughout this paper, a systematic review of the scientific literature particularly relevant to the adoption of innovations in agriculture during the last 50 years (1971-2021) has been presented, based on an initial selection of 353 articles. This review aims to expose the main research trends

and identify the theoretical cornerstones on which they are based. To this end, two tools frequently used in bibliometric analysis, co-citation networks and bibliographic coupling, have been employed. Co-citation provides an accurate picture of the conceptual or methodological structure in one discipline or research topic through the interactions (connections) between authors cited in the selected publications. On the other hand, bibliographic coupling enables tracking of relationships between documents, that is, connections between different subject fields, allowing the generation of clusters between authors (through the analysis of references that those authors have in common).

Firstly, through the co-citation network, five major approaches or theoretical-conceptual approaches to the adoption and diffusion of innovations in agriculture were identified, although there are not completely independent so they maintain some connections with each other: 1) Innovation diffusion and behavior theory; 2) Diffusion theory; 3) Diffusion of technological innovations in agriculture; 4) Determinants of innovation adoption; and 5) Agricultural innovation systems. The central author who clearly dominates the different approaches to the diffusion of innovations is Rogers (2003), despite the fact that other authors are also very prominent (Ajzen, 1991; Davis, 1989; Feder & Umali, 1993; Griliches, 1957).

Thus, in the co-citation network we find that the first cluster, "Innovation diffusion and behavior theory", is closely linked to Diffusion Theory due to the seminal and well-known publication "Diffusion of Innovation" by Rogers (1962, 1983, 1995, 2003). However, "Diffusion Theory" has been complemented by other contributions, such as "Theory of Reasoned Action" (Fishbein & Ajzen, 1975) or Ajzen's "Theory of Planned Behavior" (1991). The combined application of the "Diffusion Theory", the "Theory of Reasoned Action" and the "Theory of Planned Behavior" has been reflected in various pieces of research, where human behavior is studied in relation to the diffusion of innovations.

The second cluster of the co-citation network is focused on "Diffusion theory", including references on meta-analyses of the application of diffusion models, literature reviews of diffusion models and management and organization (Mahajan et al., 1990; Sultan et al., 1990; Tidd, 2001) in addition to the very present writings by Rogers (1962, 1995). Diffusion models have been widely applied in different disciplines such as agriculture, through pioneering studies such as that of hybrid corn (Ryan & Gross, 1943). Diffusion models have also been applied in marketing studies, with the aim of understanding the adoption processes of certain products (Bass, 1969). In the field of geography, research on spatial diffusion has a long history of study

(Hägerstrand, 1965, 1967). Here, spatial modeling is connected with the theory of diffusion of innovations on the phases of adoption knowledge, persuasion, decision, implementation and confirmation. However, some geographers have gone further, suggesting the need to incorporate aspects such as risk, uncertainty, as well as adoption patterns into the spatial dimension (Marra et al., 2003; Ruttan, 1996).

The third cluster of the co-citation network revolves around the "Diffusion of technological innovations in agriculture". It includes research that is frequently cited in studies related to agriculture (Conley & Udry, 2010; Foster & Rosenzweig, 1995; Lee, 2005) (Conley & Udry, 2010; Foster & Rosenzweig, 1995; Lee, 2005) and the introduction of sustainable practices in agriculture (Dimara & Skuras, 2003; Lee, 2005). Some of this research has also highlighted the importance of social and behavioral learning mechanisms in decision making (Besley & Case, 1993; Conley & Udry, 2010), as well as the structure of social relationships (Granovetter, 1973)

The fourth cluster of the co-citation network is related to the "Determinants of innovation adoption" whose analysis has traditionally been linked to economic attributes. However, the analysis of the characteristics of potential adopters, opinion leaders, communication channels and perception have traditionally been studied by sociology, receiving even less attention from economics (Adesina & Baidu-Forson, 1995; Adesina & Zinnah, 1993; Marra et al., 2003; Rogers, 2003; Ruttan, 1996). In this cluster, references include Marra et al. (2003). Their research focuses on agricultural technologies, proposing a conceptual framework that includes an analysis of the main impacts of the adoption of innovations as well as the risk elements derived from adoption.

The fifth cluster of the co-creation network is linked to "Agricultural innovation systems". It differs from the rest by gathering specific elements related to agricultural innovation systems and strategies. The concept of innovation systems refers to a global approach that focuses on the analysis of the different social subsystems that contribute to the emergence of innovations, including actors and institutions. Within this approach, leading research has been developed, focusing on the concept of multifunctionality of agriculture and rural areas as well as the role of different types of gaps, social demands and the capabilities of innovation agencies (Knickel et al., 2009). These papers emphasize the need for support to induce change and overcome barriers to the adoption of innovations (Klerkx et al., 2010; Knickel et al., 2009).

Secondly, using the bibliographic coupling tool, the main current research trends were reviewed. Here we have also obtained five relevant clusters, which correspond to five large areas

of research, also with many points of connection between them in terms of topics and fields, but which constitute differentiated schools. Therefore, each of the labels with which each of them is identified are not mutually exclusive. These are 1) Models for the diffusion of innovations in agriculture technology 2) Developing country & and decision making 3) Technology adoption & agriculture sustainability 4) Agricultural technology & farmers knowledge 5) Drivers of innovation adoption.

The first cluster of the coupling network is related to "Models for the diffusion of innovations in agriculture technology". In this cluster, research by Batz et al. (2003), Long et al. (2016) and the literature review by van Oorschot et al. (2018) are highlighted. Different methodological approaches are combined, with qualitative (Long et al., 2016) and quantitative methods (Sneddon et al., 2011). In terms of content, the different agronomic, economic and psychosocial determinants affecting decision-making in the face of innovation adoption are (Long et al., 2016; Roussy et al., 2017; van Oorschot et al., 2018).

In close connection with the previous one, the second cluster of the coupling network is labeled "Developing countries & Decision making". Here we find outstanding research on the problems of low agricultural yields and food crises in sub-Saharan Africa (Nkamleu, 2010). Other research focuses on the transfer of knowledge through intermediate actors, which are of key importance, since without them it would be difficult to adequately adopt agricultural innovations (Akimowicz et al., 2021; D'Emden et al., 2006; Fatch et al., 2020; Feder et al., 2004; Vollaro et al., 2019). Similarly, other authors have highlighted the importance of information and training in developing countries for the adoption of agricultural innovations (Feder et al., 2004)

The third cluster of the coupling network has been named "Technology adoption and Agriculture sustainability in developing countries: the predominance of quantitative approaches". It includes research addressing aspects such as supportive public policies and the crucial role of extension agents, all within the framework of sustainable agriculture, capacity building and training, or the role of gender in relation to the adoption of innovations (Bhatta et al., 2017; Branca & Perelli, 2020; Chatalova et al., 2017; Concu et al., 2020; Harun et al., 2021; Knierim et al., 2019; Mankad et al., 2017; Moglia et al., 2020; Ozcelik, 2016; Wedajo et al., 2019). Among the most impactful research in this network is that of (Wang et al., 2021), which focuses on the need to adopt innovations to mitigate the impact of practices in Chinese agricultural production, using a "technology-organization-environment" methodological framework. Other studies collected in this cluster have analyzed the role of farm size in the adoption of sustainable practices (Cuevas-Reyes,

2019; Makate et al., 2019; Walder et al., 2019; Wang et al., 2021), the importance of the environment as a conditioning factor (Wang et al., 2021) and the absence of key actors in studies conducted in developing countries as limiting factors, as well as the low interaction between agents (Kebebe et al., 2015).

The fourth cluster of the coupling network focuses on "Agricultural technology & farmers knowledge". In this cluster, qualitative approaches (interviews and focus groups) have a greater presence. Much of the research in this cluster refers to social capital and social ties (Brown & Reingen, 1987; Granovetter, 1973; Hansen, 1999), with the understanding that decision making involving the adoption of innovations is a social process. These investigations take solid references based on the theoretical foundations of behavioral theories (Ajzen, 1991) and the diffusion of innovations.

The fifth cluster of the coupling network, which we have defined as "Drivers of innovation adoption", includes the study of organizational factors, perception and trust, social and cultural factors, interpersonal communication, learning and training, and mental models. Methodological review papers such as Edwards-Jones (2006) review quantitative methods applied in agricultural research in combination with economic and behavioral methods (Austin et al., 1998; Fishbein & Ajzen, 1975). Other prominent research has shown that the adoption of innovations responded to aspects related to technological compatibility, financial costs for the organization and changes in the digital environment (Hasler et al., 2016).

This review has shown that the adoption and diffusion of innovations in agriculture is studied from different fields, schools, and theoretical-conceptual approaches, but that there is also a very high connection between all of them. This makes research on the adoption and diffusion of innovations in agriculture more complex, but also more complete and increasingly comprehensive. This is clear from the obvious overlaps between the different clusters, but also from the involvement of different disciplines. All this confirms that this research is increasingly adding value by incorporating, often in combination, a greater number of perspectives and variables. The trend towards the predominance of multivariate analysis methodologies, based mainly on quantitative models, is therefore understandable.

Along the same lines, the publications that illustrate the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture, directly and indirectly, also reveal the barriers and limitations in such processes. These limitations have traditionally been analyzed almost exclusively from an economic point of view. However, in recent years, studies on human behavior and perception have been

fundamental in analyzing the limitations and, thus, advancing in predictive models on the behavior of the different actors (especially farmers) in the adoption of innovations.

As previously mentioned, the diffusion and adoption of innovations are different processes, although they are certainly complementary. Research focused on diffusion processes tends to focus on the critical mass of adopters or non-adopters, the speed and rapidity of diffusion, spatial characteristics, and other probability models. Adoption processes, on the other hand, are often studied together with diffusion processes, but adoption often focuses on factors related to behavior, perception, risk aversion or relative advantage.

For both diffusion and adoption processes, researchers have developed and fine-tuned multivariate methodological approaches. For example, academics have often given importance to factors related to social capital, to analyze the degree of interaction (with other farmers, with agricultural extension agents, local leaders, or institutional representatives, among others). Other studies, also based on multivariate approaches, have integrated characteristics such as farm size, economic performance, and level of education (including the ability to access information). Furthermore, a considerable number of studies include the variables of the perception of potential adopters, where risk aversion, relative advantages, complexity of use of innovations and uncertainty are analyzed. In this sense, studies based on behavioral theories have been useful to clarify that perception is related to many complex variables, but it is frequently demonstrated that lack of confidence due to the complexity of use (lack of training in the adoption of agricultural practices), economic risk aversion (due to lack of knowledge of the relative advantages) and low cooperation between actors and institutions (related to social capital), are factors that limit the adoption of practices, having a pernicious effect on both economic and environmental advantages.

Finally, the bibliographic-documentary review presented here offers to the scientific community a reference on different theoretical-conceptual and methodological approaches that constitute the starting point for their practical application in research on the processes of diffusion and adoption of innovations in agriculture. In this practical application, researchers tend to use more and more diverse and complementary conceptual bases and methodological approaches. For this reason, attempting to make a precise, differentiated delimitation that does not take into account such conceptual and methodological complementarities would be not only complex but, more importantly, probably inadequate. It should be understood that the different overlaps between research trends constitute, despite the complexity that this entails when carrying out bibliometric

reviews such as this one, an enormous scientific wealth, a clear sign of the vitality that research on the processes of diffusion and adoption of innovations in agriculture has achieved. From here, for those more interested in the global issue of diffusion of innovations, or in any of the schools or trends defined through the co-citation and coupling analysis we have carried out here, a next step, focused on a more in-depth comprehensive literature review, would be necessary

Acknowledgements: This publication is part of the R&D project PID2020-114554RB-I00, funded by the Ministry of Science and Innovation (MCIN), Public Research Agency (AEI/10.13039/501100011033/), and the project AICO/2021/104, funded by the Regional Ministry of Innovation, Universities, Science and Digital Society of the Generalitat Valenciana. Rafael Mesa also holds the predoctoral contract FPU17/02591 (Ministry of Universities).

Authorship statement: The authors declare that there is no conflict of interest in relation to the publication of this article. The tasks have been distributed as follows: 1) Design and coordination: R. Mesa and J. Esparcia; 2) Collection of sources, elaboration and setting up of the databases: R. Mesa; 3) Programming and bibliometric analysis: R. Mesa; 4) Writing and reviewing: R. Mesa and J. Esparcia.

References

- Abadi Ghadim, A.K., & Pannell, D.J. (1999). A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation, *5150*(October). [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00023-7)
- Aboud, A., Sofranko, A.J., & Ndiaye, S. (1996). The effect of gender on adoption of conservation practices by heads of farm households in Kenya. *Society and Natural Resources*, *9*(5), 447-463. <https://doi.org/10.1080/08941929609380987>
- Adesina, A.A., & Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics*, *13*(1), 19. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-5150\(95\)01142-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-5150(95)01142-8)
- Adesina, A.A., & Zinnah, M. (1993). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics*, *9*(4), 297-311. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-5150\(93\)90019-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-5150(93)90019-9)
- Adolwa, I.S., Schwarze, S., Waswa, B., & Buerkert, A. (2019). Understanding system innovation adoption: A comparative analysis of integrated soil fertility management uptake in Tamale (Ghana) and Kakamega (Kenya). *Renewable Agriculture and Food Systems*, *34*(4), 313-325. <https://doi.org/10.1017/S1742170517000485>
- Adrian, A.M., Norwood, S.H., & Mask, P.L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, *48*(3), 256-271. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.04.004>
- Affholder, F., Jourdain, D., Quang, D.D., Tuong, T.P., Morize, M., & Ricome, A. (2010). Constraints to farmers' adoption of direct-seeding mulch-based cropping systems: A farm scale modeling approach applied to the mountainous slopes of Vietnam. *Agricultural Systems*, *103*(1), 51-62. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.09.001>
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, *135*, 122-132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179-211. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*.

Englewood Cliffs. Prentice-Hall.

Akimowicz, M., Del Corso, J.-P., Gallai, N., & Képhaliacos, C. (2021). Adopt to adapt? Farmers' varietal innovation adoption in a context of climate change. The case of sunflower hybrids in France. *Journal of Cleaner Production*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123654>

Alary, V., Corbeels, M., Affholder, F., Alvarez, S., Soria, A., Valadares Xavier, J.H., & Scopel, E. (2016). Economic assessment of conservation agriculture options in mixed crop-livestock systems in Brazil using farm modelling. *Agricultural Systems*, 144, 33-45.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.01.008>

Alavalapati, J.R.R., Luckert, M.K., & Gill, D.S. (1995). Adoption of agroforestry practices: a case study from Andhra Pradesh, India. *Agroforestry Systems*, 32(1), 1-14.

<https://doi.org/10.1007/BF00713844>

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Aria, M., Misuraca, M., & Spano, M. (2020). Mapping the Evolution of Social Research and Data Science on 30 Years of Social Indicators Research. *Social Indicators Research*, 149(3), 803-831. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02281-3>

Austin, E., Willock, J., Deary, I. ., Gibson, G. ., Dent, J. ., Edwards-Jones, G., ..& Sutherland, A. (1998). Empirical models of farmer behaviour using psychological, social and economic variables. Part I: linear modelling. *Agricultural Systems*, 58(2), 203-224.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(98\)00066-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-521X(98)00066-3)

Bandiera, O., & Rasul, I. (2006). Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique*. *The Economic Journal*, 116(514), 869-902.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2006.01115.x>

Bass, F.M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15(5), 215-227.

Batz, F.-J., Janssen, W., & Peters, K.J. (2003). Predicting technology adoption to improve research priority - Setting. *Agricultural Economics*, 28(2), 151-164.

[https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(02\)00119-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(02)00119-6)

Batz, F.-J., Peters, K.J., & Janssen, W. (1999). The influence of technology characteristics on the rate and speed of adoption. *Agricultural Economics*, 21(2), 121-130.

[https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00026-2)

- Besley, T., & Case, A. (1993). Modeling Technology Adoption in Developing Countries. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 83(2), 396-402.
- Bhatta, G.D., Ojha, H.R., Aggarwal, P.K., Sulaiman, V.R., Sultana, P., Thapa, D., & Ghimire, L. (2017). Agricultural innovation and adaptation to climate change: empirical evidence from diverse agro-ecologies in South Asia. *Environment, Development and Sustainability*, 19(2), 497-525. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9743-x>
- Blazy, J.-M., Tixier, P., Thomas, A., Ozier-Lafontaine, H., Salmon, F., & Wery, J. (2010). BANAD: A farm model for ex ante assessment of agro-ecological innovations and its application to banana farms in Guadeloupe. *Agricultural Systems*, 103(4), 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.01.004>
- Blondel, V.D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10), P10008. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Boahene, K., Snijders, T.A.B., & Folmer, H. (1999). An integrated socioeconomic analysis of innovation adoption: The case of hybrid cocoa in Ghana. *Journal of Policy Modeling*, 21(2), 167-184. [https://doi.org/10.1016/s0161-8938\(97\)00070-7](https://doi.org/10.1016/s0161-8938(97)00070-7)
- Bowman, B. A., Denny, M.D., & Stone, A.E. (2020). Exploring producer innovation adoption using an extension-led trialing program. *Journal of Extension*, 58(1), 1-7. [https://doi.org/10.2111/1551-5028\(2004\)057\[0330:AORMIB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2111/1551-5028(2004)057[0330:AORMIB]2.0.CO;2)
- Boyack, K.W., & Klavans, R. (2010). Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2389-2404. <https://doi.org/10.1002/asi.21419>
- Branca, G., & Perelli, C. (2020). 'Clearing the air': common drivers of climate-smart smallholder food production in Eastern and Southern Africa. *Journal of Cleaner Production*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121900>
- Brown, C., Alexander, P., & Rounsevell, M. (2018). Empirical evidence for the diffusion of knowledge in land use change. *Journal of Land Use Science*, 13(3), 269-283. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2018.1515995>
- Brown, D. (2000). A review of bio-economic models (Report). <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=02b7a49c0fe95f>

[45910d55d6bb0daa7a4a8f45ad](https://doi.org/10.1080/10496505.2013.774276)

Brown, J.J., & Reingen, P.H. (1987). Social Ties and Word-of-Mouth Referral Behavior. *Journal of Consumer Research*, 14(3), 350-362. <http://www.jstor.org/stable/2489496>

Brugere, C., Padmakumar, K.P., Leschen, W., & Tocher, D.R. (2020). What influences the intention to adopt aquaculture innovations? Concepts and empirical assessment of fish farmers' perceptions and beliefs about aquafeed containing non-conventional ingredients. *Aquaculture Economics and Management*, 25(3), 339-366.

<https://doi.org/10.1080/13657305.2020.1840661>

Burton, M., Rigby, D., & Young, T. (2003). Modelling the adoption of organic horticultural technology in the UK using Duration Analysis. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(1), 29-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-8489.00202>

Cadger, K., Quaicoo, A.K., Dawoe, E., & Isaac, M. E. (2016). Development interventions and agriculture adaptation: A social network analysis of farmer knowledge transfer in Ghana. *Agriculture (Switzerland)*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/agriculture6030032>

Caffaro, F., & Cavallo, E. (2019). The effects of individual variables, farming system characteristics and perceived barriers on actual use of smart farming technologies: Evidence from the piedmont region, northwestern Italy. *Agriculture (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture9050111>

Caffaro, F., & Cavallo, E. (2020). Perceived Barriers to the Adoption of Smart Farming Technologies in Piedmont Region, Northwestern Italy: The Role of User and Farm Variables. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 67, 681-689. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39299-4_74

Campos, H. (2021). *The innovation revolution in agriculture: a roadmap to value creation*. Springer Nature.

Chanyapate, C. (2018). Agricultural development and peasant education. In *Adult Education: International Perspectives From China* (vol. 5, pp. 156-173). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780429438165-6>

Charatsari, C., & Lioutas, E.D. (2013). Of Mice and Men: When Face-to-Face Agricultural Information is Replaced by a Mouse Click. *Journal of Agricultural and Food Information*, 14(2), 103-131. <https://doi.org/10.1080/10496505.2013.774276>

Chatalova, L., Djanibekov, N., Gagalyuk, T., & Valentinov, V. (2017). The paradox of water

management projects in central Asia: An institutionalist perspective. *Water (Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/w9040300>

Chen, Z., & Song, S. (2008). Efficiency and technology gap in China's agriculture: A regional meta-frontier analysis. *China Economic Review*, 19(2), 287-296.

<https://doi.org/10.1016/j.chieco.2007.03.001>

Concu, G. B., Atzeni, G., Meleddu, M., & Vannini, M. (2020). Policy design for climate change mitigation and adaptation in sheep farming: Insights from a study of the knowledge transfer chain. *Environmental Science and Policy*, 107, 99-113.

<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.02.014>

Conley, T.G., & Udry, C.R. (2010). Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana. *American Economic Review*, 100(1), 35-69. <https://doi.org/10.1257/aer.100.1.35>

Cuevas-Reyes, V. (2019). Decisive factors for the adoption of silage in livestock production units in the dry tropics of northwestern Mexico. *Ciencia Tecnologia Agropecuaria*, 20(3), 467-477.

https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art1586

D'Emden, F.H., Llewellyn, R.S., & Burton, M.P. (2006). Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 630-647. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.07.003>

Daouda, O., & Bryant, C.R. (2016). *Analysis of power relations among actors and institutions in the process of agricultural adaptation to climate change and variability from the diffusion of innovations perspective*. *Agricultural Adaptation to Climate Change*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31392-4_3

Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 13(3), 319-339.

<https://doi.org/10.2307/249008>

Davis, F.D., Bagozzi, R.P., & Warshaw, P.R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.

<http://www.jstor.org/stable/2632151>

DiMaggio, P.J., & Powell, W.W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160.

<https://doi.org/10.2307/2095101>

Dimara, E., & Skuras, D. (2003). Adoption of agricultural innovations as a two-stage partial

observability process. *Agricultural Economics*, 28(3), 187-196. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(03\)00003-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(03)00003-3)

Doss, C.R. (2006). Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural Economics*, 34(3), 207-219. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0864.2006.00119.x>

Edwards-Jones, G. (2006). Modelling farmer decision-making: Concepts, progress and challenges. *Animal Science*, 82(6), 783-790. <https://doi.org/10.1017/ASC2006112>

Elsay, B., & Sirichoti, K. (2003). The theory and practice of workplace learning in the adoption of integrated pest management by tropical fruit growers in Thailand. *Journal of Workplace Learning*, 15(2), 53-62. <https://doi.org/10.1108/13665620310464094>

FAO (1989). *Sustainable Development and Natural Resources Management* (Twenty-Fifth Conference, Paper C 89/2 - Supplement). <https://www.fao.org/3/z4920en/z4920en.pdf>

Fatch, P., Masangano, C., Kamoto, J.F.M., Jordan, I., Hilger, T., Mambo, I., Nuppenau, E.-A. (2020). Are farmer perceptions among significant determinants of adoption of agricultural diversity in malawi? A case of Lilongwe district. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 121(2), 277-288. <https://doi.org/10.17170/kobra-202011262276>

Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255-298. <http://www.jstor.org/stable/1153228>

Feder, G., Murgai, R., & Quizon, J.B. (2004). The acquisition and diffusion of knowledge: The case of pest management training in Farmer Field Schools, Indonesia. *Journal of Agricultural Economics*, 55(2), 221-243. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2004.tb00094.x>

Feder, G., & O'Mara, G. (1982). On Information and Innovation Diffusion: A Bayesian Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(1), 145-147. <https://doi.org/10.2307/1241186>

Feder, G., & Umali, D. (1993). The adoption of agricultural innovations: a review. *Technological Forecasting and Social Change*, 43(3-4), 215-239. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0040-1625\(93\)90053-A](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0040-1625(93)90053-A)

Fischer, A., Arnold, A., & Gibbs, M. (1996). Information and the speed of innovation adoption. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(4), 1073-1081. <https://doi.org/10.2307/1243863>

Fischer, E., & Qaim, M. (2012). Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya. *World Development*, 40(6), 1255-1268.

<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.018>

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour: An introduction to theory and research* (vol. 27). Addison-Wesley.

Foster, A.D., & Rosenzweig, M. R. (1995). Learning by Doing and Learning from Others: Human Capital and Technical Change in Agriculture. *Journal of Political Economy*, 103(6), 1176-1209.

<https://doi.org/10.1086/601447>

Fu, Z., Yue, J., Li, D., Zhang, X., Zhang, L., & Gao, Y. (2007). Evaluation of learner adoption intention of e-learning in China: A methodology based on perceived innovative attributes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 50(5), 609–615.

<https://doi.org/10.1080/00288230709510329>

Gailhard, Í. U., Bavorová, M., & Pirscher, F. (2015). Adoption of agri-environmental measures by organic farmers: The role of interpersonal communication. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(2), 127-148. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.913985>

García Hernández, A. (2013). Las redes de colaboración científica y su efecto en la productividad. Un análisis bibliométrico. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 27(59), 159-175. [https://doi.org/10.1016/S0187-358X\(13\)72535-8](https://doi.org/10.1016/S0187-358X(13)72535-8)

Gava, O., Favilli, E., Bartolini, F., & Brunori, G. (2017). Knowledge networks and their role in shaping the relations within the Agricultural Knowledge and Innovation System in the agroenergy sector. The case of biogas in Tuscany (Italy). *Journal of Rural Studies*, 56, 100-113.

<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.09.009>

Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8), 1257-1274.

[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)

Gil, J., Siebold, M., & Berger, T. (2015). Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199, 394-406.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.008>

Goddard, E., Boaitay, A., Hailu, G., & Poon, K. (2016). Improving sustainability of beef industry

supply chains. *British Food Journal*, 118(6), 1533-1552. <https://doi.org/10.1108/BFJ-10-2015-0411>

Goldberger, J.R. (2008). Diffusion and adoption of non-certified organic agriculture: A case study from semi-arid makueni district, Kenya. *Journal of Sustainable Agriculture*, 32(4), 531-564. <https://doi.org/10.1080/10440040802257371>

Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380. <https://doi.org/doi/10.1086/225469>

Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4), 501-522. <https://doi.org/10.2307/1905380>

Gruber, M. (2020). An evolutionary perspective on adoption-diffusion theory. *Journal of Business Research*, 116, 535-541. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.02.024>

Gureyev, V.N., & Mazov, N.A. (2022). Bibliometrics as a promising tool for solving publication ethics issues. *Heliyon*, 8(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09123>

Hägerstrand, T. (1965). A Monte Carlo approach to diffusion. *European Journal of Sociology/Archives Européennes de Sociologie*, 6(1), 43-67.

Hägerstrand, T. (1967). *Innovation diffusion as a spatial process*. University of Chicago Press.

Haji, L., Valizadeh, N., Rezaei-Moghaddam, K., & Hayati, D. (2020). Analyzing iranian farmers' behavioral intention towards acceptance of drip irrigation using extended technology acceptance model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(5), 1177-1190. <http://jast.modares.ac.ir/article-23-32523-en.html>

Hannus, V., & Sauer, J. (2021). Understanding farmers' intention to use a sustainability standard: The role of economic rewards, knowledge, and ease of use. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131910788>

Hansen, D. L., Shneiderman, B., Smith, M.A., & Himelboim, I. (2019). Installation, orientation, and layout. In *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World* (pp. 55-66). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817756-3.00004-2>

Hansen, M.T. (1999). The Search-Transfer Problem: The Role of Weak Ties in Sharing Knowledge across Organization Subunits. *Administrative Science Quarterly*, 44(1), 82-111. <https://doi.org/10.2307/2667032>

Harun, D.R., Priyanto, S.H., & Suharti, L. (2021). Farmer cards: Model, database, accuracy, and

- improvement in government quality service. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 11(3), 236-244. <https://doi.org/10.18488/JOURNAL.AJARD.2021.113.236.244>
- Hasler, K., Olf, H.-W., Omta, O., & Bröring, S. (2016). Drivers for the adoption of eco-innovations in the German fertilizer supply chain. *Sustainability (Switzerland)*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/su8080682>
- Hassanein, N., & Kloppenburg J.R., J. (1995). Where the Grass Grows Again: Knowledge Exchange in the Sustainable Agriculture Movement. *Rural Sociology*, 60(4), 721-740. <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1995.tb00603.x>
- Heffernan, C., Thomson, K., & Nielsen, L. (2008). Livestock vaccine adoption among poor farmers in Bolivia: Remembering innovation diffusion theory. *Vaccine*, 26(19), 2433-2442. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2008.02.045>
- Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S., & Smits, R.E.H.M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413-432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Hosmer Jr, D.W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R.X. (2013). *Applied logistic regression* (vol. 398). John Wiley & Sons.
- Isham, J. (2002). The Effect of Social Capital on Fertiliser Adoption: Evidence from Rural Tanzania. *Journal of African Economies*, 11(1), 39-60. <https://doi.org/10.1093/jae/11.1.39>
- Jamison, D. T., & Lau, L. J. (1982). *Farmer education and farm efficiency*. Johns Hopkins University Press.
- Jarden, R. J., Narayanan, A., Sandham, M., Siegert, R. J., & Koziol-Mclain, J. (2019). Bibliometric mapping of intensive care nurses' wellbeing: Development and application of the new iAnalysis model. *BMC Nursing*, 18(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12912-019-0343-1>
- Johansen, H.E. (1971). Diffusion of Strip Cropping in Southwestern Wisconsin. *Annals of the Association of American Geographers*, 61(4), 671-683. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1971.tb00817.x>
- Joseph, A.E., & Keddie, P.D. (1981). The diffusion of grain corn production through southern Ontario, 1946–1971. *Canadian Geographer / Le Géographe Canadien*, 25(4), 333-349. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1981.tb01337.x>

- Kabunga, N.S., Dubois, T., & Qaim, M. (2012). Heterogeneous information exposure and technology adoption: The case of tissue culture bananas in Kenya. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 43(5), 473-486. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00597.x>
- Kapoor, K.K., Dwivedi, Y.K., & Williams, M.D. (2014a). Innovation adoption attributes: A review and synthesis of research findings. *European Journal of Innovation Management*, 17(3), 327-348. <https://doi.org/10.1108/EJIM-08-2012-0083>
- Kapoor, K.K., Dwivedi, Y.K., & Williams, M.D. (2014b). Rogers' Innovation Adoption Attributes: A Systematic Review and Synthesis of Existing Research. *Information Systems Management*, 31(1), 74-91. <https://doi.org/10.1080/10580530.2014.854103>
- Kaufmann, P., Stagl, S., & Franks, D.W. (2009). Simulating the diffusion of organic farming practices in two New EU Member States. *Ecological Economics*, 68(10), 2580-2593. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.04.001>
- Kaufmann, P., Zemeckis, R., Skulskis, V., Kairyte, E., & Stagl, S. (2011). The diffusion of organic farming in Lithuania. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(5), 522-549. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.579838>
- Kebebe, E. (2019). Bridging technology adoption gaps in livestock sector in Ethiopia: A innovation system perspective. *Technology in Society*, 57, 30-37. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.12.002>
- Kebebe, E., Duncan, A.J., Klerkx, L., de Boer, I.J.M., & Oosting, S.J. (2015). Understanding socio-economic and policy constraints to dairy development in Ethiopia: A coupled functional-structural innovation systems analysis. *Agricultural Systems*, 141, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.09.007>
- Kee, K.F. (2017). Adoption and diffusion. *The International Encyclopedia of Organizational Communication*, 1, 41-54. <https://doi.org/10.1002/9781118955567.wbieoc058>
- Kleminski, R., Kazienko, P., & Kajdanowicz, T. (2020). Analysis of direct citation, co-citation and bibliographic coupling in scientific topic identification. *Journal of Information Science*, 48(3), 349-373. <https://doi.org/10.1177/0165551520962775>
- Klerkx, L., Aarts, N., & Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103(6), 390-400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>
- Klerkx, L., Petter Stræte, E., Kvam, G. T., Ystad, E., & Butli Hårstad, R. M. (2017). Achieving best-

fit configurations through advisory subsystems in AKIS: case studies of advisory service provisioning for diverse types of farmers in Norway. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 23(3), 213-229. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1320640>

Klerkx, L., van Mierlo, B., & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In I. Darnhofer, D. Gibbon & B. Dedieu (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457-483). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20

Kline, R.B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.

Knickel, K., Brunori, G., Rand, S., & Proost, J. (2009). Towards a Better Conceptual Framework for Innovation Processes in Agriculture and Rural Development: From Linear Models to Systemic Approaches. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(2), 131-146.

<https://doi.org/10.1080/13892240902909064>

Knierim, A., Boenning, K., Caggiano, M., Cristóvão, A., Dirimanova, V., Koehnen, T., & Prager, K. (2015). The AKIS concept and its relevance in selected EU member states. *Outlook on Agriculture*, 44(1), 29-36. <https://doi.org/10.5367/oa.2015.0194>

Knierim, A., Kernecker, M., Erdle, K., Kraus, T., Borges, F., & Wurbs, A. (2019). Smart farming technology innovations – Insights and reflections from the German Smart-AKIS hub. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91(1), 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100314>

Koundouri, P., Nauges, C., & Tzouvelekas, V. (2006). Technology Adoption under Production Uncertainty: Theory and Application to Irrigation Technology. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(3), 657-670. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00886.x>

Koutsou, S., & Partalidou, M. (2012). Pursuing Knowledge and Innovation through Collective Actions. The Case of Young Farmers in Greece. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 445-460. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.704857>

Krueger, N.F., & Carsrud, A.L. (1993). Entrepreneurial intentions: Applying the theory of planned behaviour. *Entrepreneurship & Regional Development*, 5(4), 315-330.

<https://doi.org/10.1080/08985629300000020>

Lamprinopoulou, C., Renwick, A., Klerkx, L., Hermans, F., & Roep, D. (2014). Application of an integrated systemic framework for analysing agricultural innovation systems and informing innovation policies: Comparing the Dutch and Scottish agrifood sectors. *Agricultural Systems*,

129, 40-54. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.001>

Lancichinetti, A., & Fortunato, S. (2009). Community detection algorithms: A comparative analysis. *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 80(5), 1-11.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.80.056117>

Lawrence, P. (1988). The Political Economy of The 'Green Revolution' in Africa. *Review of African Political Economy*, 15(42), 59-75. <https://doi.org/10.1080/03056248808703776>

Lee, D.R. (2005). Agricultural Sustainability and Technology Adoption: Issues and Policies for Developing Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(5), 1325-1334.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2005.00826.x>

Li, Y., & Sui, M. (2011). Literature Analysis of Innovation Diffusion. *Technology and Investment*, 02(03), 155-162. <https://doi.org/10.4236/ti.2011.23016>

Linnenluecke, M.K., Marrone, M., & Singh, A.K. (2019). Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses. *Australian Journal of Management*, 45(2), 175-194.

<https://doi.org/10.1177/0312896219877678>

Lioutas, E.D., & Charatsari, C. (2018). Green Innovativeness in Farm Enterprises: What Makes Farmers Think Green? *Sustainable Development*, 26(4), 337-349.

<https://doi.org/10.1002/sd.1709>

Long, J.S., & Freese, J. (2006). *Regression models for categorical dependent variables using Stata* (vol. 7). Stata press.

Long, T.B., Blok, V., & Coninx, I. (2016). Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: Evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 112, 9-21.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.044>

MacVaugh, J., & Schiavone, F. (2010). Limits to the diffusion of innovation: A literature review and integrative model. *European Journal of Innovation Management*, 13(2), 197-221.

<https://doi.org/10.1108/14601061011040258>

Mafimisebi, T.E., Onyeka, U.P., Ayinde, I.A., & Ashaolu, O.F. (2006). Analysis of farmer-specific socio-economic determinants of adoption of modern livestock management technologies by farmers in Southwest Nigeria. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 4(1), 183-186.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-320444460393&partnerID=40&md5=5104d7170157373b29e1ad76f17fd7b4>

Mahajan, V., Muller, E., & Bass, F.M. (1990). New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research. *Journal of Marketing*, 54(1), 1-26.

<https://doi.org/10.2307/1252170>

Makate, C., Makate, M., Mango, N., & Siziba, S. (2019). Increasing resilience of smallholder farmers to climate change through multiple adoption of proven climate-smart agriculture innovations. Lessons from Southern Africa. *Journal of Environmental Management*, 231, 858-868.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.069>

Mandari, H.E., & Chong, Y.-L. (2018). Gender and age differences in rural farmers' intention to use m-government services. *Electronic Government*, 14(3), 217-239.

<https://doi.org/10.1504/EG.2018.093406>

Mankad, A., Loechel, B., & Measham, P. F. (2017). Psychosocial barriers and facilitators for area-wide management of fruit fly in southeastern Australia. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(6). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0477-z>

Mansfield, E. (1961). Technical Change and the Rate of Imitation. *Econometrica*, 29(4), 741-766.

<https://doi.org/10.2307/1911817>

Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 81-95.

<https://doi.org/10.1007/s10209-014-0348-1>

Marra, M., Pannell, D., & Abadi Ghadim, A. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural Systems*, 75(2-3), 215-234. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00066-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00066-5)

Mejia, C., Wu, M., Zhang, Y., & Kajikawa, Y. (2021). Exploring Topics in Bibliometric Research Through Citation Networks and Semantic Analysis. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 6. <https://doi.org/10.3389/frma.2021.742311>

Mesa, R., & Esparcia, J. (2021). Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 41(1), 133-159. <https://doi.org/10.5209/aguc.76727>

Meyer, J.W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340-363. <https://doi.org/doi/10.1086/226550>

- Micheels, E.T., & Nolan, J.F. (2016). Examining the effects of absorptive capacity and social capital on the adoption of agricultural innovations: A Canadian Prairie case study. *Agricultural Systems*, 145, 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.03.010>
- Moghawemi, S., & Salleh, N.A.M. (2014). Malaysian entrepreneurs propensity to use IT innovation. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(2), 139-157. <https://doi.org/10.1108/JEIM-05-2012-0026>
- Moglia, M., Alexander, K.S., Larson, S., Giger-Dray, A., Greenhalgh, G., Thammavong, P., & Case, P. (2020). Gendered roles in agrarian transition: A study of lowland rice farming in Lao PDR. *Sustainability (Switzerland)*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135403>
- Moglia, M., Podkalicka, A., & McGregor, J. (2018). An agent-based model of residential energy efficiency adoption. *JASSS*, 21(3). <https://doi.org/10.18564/jasss.3729>
- Molina-Morales, F.X., & Martínez-Fernández, M.T. (2010). Social networks: Effects of social capital on firm innovation. *Journal of Small Business Management*, 48(2), 258-279. <https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2010.00294.x>
- Morgan, K., & Murdoch, J. (2000). Organic vs. conventional agriculture: knowledge, power and innovation in the food chain. *Geoforum*, 31(2), 159-173. [https://doi.org/10.1016/S0016-7185\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7185(99)00029-9)
- Nakagawa, S., Samarasinghe, G., Haddaway, N.R., Westgate, M.J., O'Dea, R.E., Noble, D.W.A., & Lagisz, M. (2019). Research Weaving: Visualizing the Future of Research Synthesis. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(3), 224-238. <https://doi.org/10.1016/j.TREE.2018.11.007>
- Nkamleu, G.B. (Ed.) (2010). *Root causes of the food crisis: Technological progress and productivity growth in African agriculture*. Nova Science Publishers, Inc.
- Nkonya, E., Schroeder, T., & Norman, D. (1997). Factors affecting adoption of improved maize seed and fertiliser in Northern Tanzania. *Journal of Agricultural Economics*, 48(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1997.tb01126.x>
- O'Malley, A.J., & Marsden, P.V. (2008). The Analysis of Social Networks. *Health Services & Outcomes Research Methodology*, 8(4), 222-269. <https://doi.org/10.1007/s10742-008-0041-z>
- Onwuegbuzie, A.J., & Frels, R. (2016). *Seven steps to a comprehensive literature review: A multimodal and cultural approach*. Sage.
- Onyanha, O.B., & Onyango, E.A. (2020). Information and communication technologies for

agriculture (ICT4Ag) in sub-saharan Africa: A bibliometrics perspective based on web of science data, 1991-2018. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 20(5), 16343-16370. <https://doi.org/10.18697/AJFAND.93.19060>

Ortiz, O., Orrego, R., Pradel, W., Gildemacher, P., Castillo, R., Otiniano, R., & Kahiu, I. (2013). Insights into potato innovation systems in Bolivia, Ethiopia, Peru and Uganda. *Agricultural Systems*, 114, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.08.007>

Ozcelik, A.E. (2016). Driving initiatives for future improvements of specialty agricultural crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 121, 122-134. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.12.001>

Pachoud, C., Labeyrie, V., & Polge, E. (2019). Collective action in Localized Agrifood Systems: An analysis by the social networks and the proximities. Study of a Serrano cheese producers' association in the Campos de Cima da Serra/Brazil. *Journal of Rural Studies*, 72, 58-74. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.10.003>

Pathak, H.S., Brown, P., & Best, T. (2019). A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. *Precision Agriculture*, 20(6), 1292-1316. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09653-x>

Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.

Pillai, R., & Sivathanu, B. (2020). Adoption of internet of things (IoT) in the agriculture industry deploying the BRT framework. *Benchmarking*, 27(4), 1341-1368. <https://doi.org/10.1108/BJL-08-2019-0361>

Prager, K., Creaney, R., & Lorenzo-Arribas, A. (2017). Criteria for a system level evaluation of farm advisory services. *Land Use Policy*, 61, 86-98. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.11.003>

Ramstad, Y. (1990). The institutionalism of John R. Commons: theoretical foundations of a volitional economics. *Research in the History of Economic Thought and Methodology*, 8, 53-104.

Rejesus, R.M., & Jones, M.S. (2020). Perspective: enhancing economic evaluations and impacts of integrated pest management Farmer Field Schools (IPM-FFS) in low-income countries. *Pest Management Science*, 76(11), 3527-3536. <https://doi.org/10.1002/ps.5912>

Rogers, A. (1993). Adult education and agricultural extension: some comparisons. *International Journal of Lifelong Education*, 12(3), 165-176. <https://doi.org/10.1080/0260137930120302>

- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations* (1st ed.). The Free Press.
- Rogers, E.M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd ed.). The Free Press.
- Rogers, E.M. (1995). *Diffusion of innovations* (4th ed.). The Free Press.
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). The Free Press.
- Roussy, C., Ridier, A., & Chaib, K. (2017). Farmers' innovation adoption behaviour: Role of perceptions and preferences. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 13(2), 138-161. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2017.086439>
- Ruttan, V.W. (1996). What happened to technology adoption-diffusion research? *Sociologia Ruralis*, 36(1), 51-73. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.1996.tb00004.x>
- Ryan, B., & Gross, N. (1950). Acceptance and diffusion of hybrid corn seed in two Iowa communities Acceptance and Diffusion of Hybrid Corn Seed in Two Iowa Communities, 29(372).
- Ryan, B., & Gross, N.C. (1943). The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities. *Rural Sociology*, 8(1), 15.
<https://search.proquest.com/docview/1291026197?accountid=14777>
- Saha, A., Love, H.A., & Schwart, R. (1994). Adoption of Emerging Technologies under Output Uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(4), 836-846.
<https://doi.org/10.2307/1243745>
- Sharifzadeh, M.S., Damalas, C.A., Abdollahzadeh, G., & Ahmadi-Gorgi, H. (2017). Predicting adoption of biological control among Iranian rice farmers: An application of the extended technology acceptance model (TAM2). *Crop Protection*, 96, 88-96.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.014>
- Sharp, J.T., & Hinrichs, C.C. (2001). Farmer support for publicly funded sustainable agriculture research: The case of hoop structures for swine. *American Journal of Alternative Agriculture*, 16(2), 81-88. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0889189300008973>
- Shi, Y., Zeng, Y., Engo, J., Han, B., Li, Y., & Muehleisen, R.T. (2020). Leveraging inter-firm influence in the diffusion of energy efficiency technologies: An agent-based model. *Applied Energy*, 263. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114641>
- Sneddon, J., Soutar, G., & Mazzarol, T. (2011). Modelling the faddish, fashionable and efficient diffusion of agricultural technologies: A case study of the diffusion of wool testing technology in Australia. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(3), 468-480.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.005>

Souza, G.D., Cyphers, D., & Phipps, T. (1993). Factors Affecting the Adoption of Sustainable Agricultural Practices. *Agricultural and Resource Economics Review*, 22(2), 159-165.

<https://doi.org/10.1017/S1068280500004743>

Spielman, D.J. (2005). Innovation systems perspectives on developing-country agriculture: a critical review. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.59692>

Spielman, D.J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195-212. <https://doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y>

Stone, G.D., Flachs, A., & Diepenbrock, C. (2014). Rhythms of the herd: Long term dynamics in seed choice by Indian farmers. *Technology in Society*, 36(1), 26-38. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.10.003>

Sultan, F., Farley, J.U., & Lehmann, D.R. (1990). A meta-analysis of applications of diffusion models. *Journal of Marketing Research*, 27(1), 70-77.

<https://doi.org/10.1177/002224379002700107>

Tidd, J. (2001). Innovation management in context: environment, organization and performance. *International Journal of Management Reviews*, 3(3), 169-183. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00062>

Tveden-Nyborg, S., Misfeldt, M., & Boelt, B. (2013). Diffusing scientific knowledge to innovative experts. *Journal of Science Communication*, 12(1), 1824-2049.

<https://doi.org/10.22323/2.12010203>

Usman, M., Hameed, G., Saboor, A., Almas, L.K., & Hanif, M. (2021). R&d innovation adoption, climatic sensitivity, and absorptive ability contribution for agriculture tfp growth in Pakistan. *Agriculture (Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/agriculture11121206>

Vagnani, G., Gatti, C., & Proietti, L. (2019). A conceptual framework of the adoption of innovations in organizations: a meta-analytical review of the literature. *Journal of Management and Governance*, 23(4), 1023-1062. <https://doi.org/10.1007/s10997-019-09452-6>

Valente, T.W. (2005). Network Models and Methods for Studying the Diffusion of Innovations. In P.J. Carrington, J. Scott & S. Wasserman (Eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis* (pp. 98-116). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811395.006>

Valente, T. W., Coronges, K., Lakon, C., & Costenbader, E. (2008). How Correlated Are Network Centrality Measures? *Connections (Toronto, Ont.)*, 28(1), 16-26.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20505784>

Valente, T.W., & Rogers, E.M. (1995). The Origins and Development of the Diffusion of Innovations Paradigm as an Example of Scientific Growth. *Science Communication*, 16(3), 242-273. <https://doi.org/10.1177/1075547095016003002>

van Oorschot, J., Hofman, E., & Halman, J. (2018). A bibliometric review of the innovation adoption literature. *Technological Forecasting and Social Change*, 134, 1-21.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.032>

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>

Venkatesh, V., & Davis, F.D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., & Davis, F.D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.

<https://doi.org/10.2307/30036540>

Vidogbéna, F., Adégbidi, A., Tossou, R., Assogba-Komlan, F., Martin, T., Ngouajio, M., & Zander, K.K. (2016). Exploring factors that shape small-scale farmers' opinions on the adoption of eco-friendly nets for vegetable production. *Environment, Development and Sustainability*, 18(6), 1749-1770. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9717-z>

Vollaro, M., Raggi, M., & Viaggi, D. (2019). Innovation adoption and farm profitability: What role for research and information sources? *Bio-Based and Applied Economics*, 8(2), 179-210.

<https://doi.org/10.13128/bae-8930>

Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., & Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231-4238.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.287>

Walder, P., Sinabell, F., Unterlass, F., Niedermayr, A., Fulgeanu, D., Kapfer, M., & Kantelhardt, J. (2019). Exploring the relationship between farmers' innovativeness and their values and aims. *Sustainability (Switzerland)*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205571>

Wang, Z., Liu, J., Li, T., Chao, J., & Gao, X. (2021). Factors Affecting New Agricultural Business Entities' Adoption of Sustainable Intensification Practices in China: Evidence from the Main Apple-Producing Areas in the Loess Plateau. *Agronomy*, 11(12).

<https://doi.org/10.3390/agronomy11122435>

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press. <https://books.google.es/books?id=CAm2DplqRUIC>

Wedajo, D.Y., Belissa, T.K., & Jilito, M.F. (2019). Harnessing indigenous social institutions for technology adoption: 'Afoosha' society of Ethiopia. *Development Studies Research*, 6(1), 152-162. <https://doi.org/10.1080/21665095.2019.1678187>

White, H.D., & Griffith, B.C. (1981). Author cocitation: A literature measure of intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(3), 163-171.

<https://doi.org/10.1002/asi.4630320302>

Witt, R., Pemsl, D.E., & Waibel, H. (2008). The farmer field school in senegal: Does training intensity affect diffusion of information? *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 15(2), 47-60. <https://doi.org/10.5191/jiaee.2008.15204>

Wossen, T., Berger, T., & Di Falco, S. (2015). Social capital, risk preference and adoption of improved farm land management practices in Ethiopia. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 46(1), 81-97. <https://doi.org/10.1111/agec.12142>

Wossink, G.A.A., De Buck, A.J., Van Niejenhuis, J.H., & Haverkamp, H.C.M. (1997). Farmer perceptions of weed control techniques in sugarbeet. *Agricultural Systems*, 55(3), 409-423.

[https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(96\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(96)00097-2)

Wu, B., & Zhang, L. (2013). Farmer innovation diffusion via network building: A case of winter greenhouse diffusion in China. *Agriculture and Human Values*, 30(4), 641-651.

<https://doi.org/10.1007/s10460-013-9438-6>

Yamoah, F.A., Kaba, J.S., Amankwah-Amoah, J., & Acquaye, A. (2020). Stakeholder Collaboration in Climate-Smart Agricultural Production Innovations: Insights from the Cocoa Industry in Ghana. *Environmental Management*, 66(4), 600-613.

<https://doi.org/10.1007/s00267-020-01327-z>

Yifu, L.J. (1991). American journal of agricultural economics education and innovation adoption in agriculture: Evidence from hybrid rice in china. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(3), 713-723. <https://doi.org/10.2307/1242823>

Yiridoe, E.K., Atari, D.O.A., Gordon, R., & Smale, S. (2010). Factors influencing participation in the Nova Scotia Environmental Farm Plan Program. *Land Use Policy*, 27(4), 1097-1106.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.02.006>

Yosua, A., Chang, S., & Deguchi, H. (2019). Opinion leaders' influence and innovations adoption between risk-averse and risk-taking farmers. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 15(2), 121-144.

<https://doi.org/10.1504/IJARGE.2019.102168>

Young, H.P. (2009). Innovation diffusion in heterogeneous populations: Contagion, social influence, and social learning. *American Economic Review*, 99(5), 1899-1924.

<https://doi.org/10.1257/aer.99.5.1899>

Zulfiqar, F., Datta, A., Tsusaka, T.W., & Yaseen, M. (2021). Micro-level quantification of determinants of eco-innovation adoption: An assessment of sustainable practices for cotton production in Pakistan. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 436-444. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.014>

7. Artículo 2: Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación.

Article 2: Diffusion of innovations in organic farming and Social Network Analysis: an application essay

7.1 Introducción, justificación y objetivos

En buena parte de los países europeos los sistemas alimentarios sostenibles y saludables están siendo objeto de una importante revalorización durante las últimas dos décadas, y especialmente durante los últimos años. Cada vez queda más lejos aquella apreciación sobre la poca disponibilidad de la población europea a pagar más para obtener alimentos producidos de una manera social y ambientalmente más digna (Hoggart & Paniagua, 2001).

En este contexto, la agricultura ecológica ha cobrado un especial protagonismo en las cadenas y sistemas alimentarios (Morgan & Murdoch, 2000), y forman parte del proceso de reestructuración rural presente en Europa desde hace varias décadas, en el que la variable ambiental ha tenido un papel central (Woods, 2011).

La manera en la que las innovaciones se difunden sobre el territorio tiene una estrecha relación con la configuración de las redes del productor agrario en torno a las organizaciones (Skaalsveen et al., 2020). El tipo de innovación que los productores agrarios adoptan se pueden distribuir en cuatro categorías (producto, proceso, organización y marketing) en base al Manual de Oslo (OECD/Eurosta, 2007). Este tipo de categorización ayuda a comprender en que aspectos se destinan una parte de las inversiones para adoptar las innovaciones, pero también a entender qué actores construyen las redes de intercambio de información en cada una de las categorías.

La categorización basada en el Manual de Oslo ha sido previamente aplicada por el INE (2018) para determinar, entre otras cuestiones, en qué categorías innovan las empresas según el número de empleados.

Tabla 9. Innovaciones en agricultura, silvicultura y pesca según el Manual de Oslo (OECD/Eurosta, 2007)

	Menos de 250 empleados (valor)	Menos de 250 empleados (%)	250 y más empleados (valor)	250 y más empleados (%)	Total (valor)	Total (%)
Empresas innovadoras en el periodo 2016-2018	913	97%	29	3%	942	100%
Empresas innovadoras tecnológicas	871	97%	25	3%	895	100%
Empresas innovadoras de producto	427	97%	13	3%	440	100%
Empresas innovadoras de proceso	677	98%	18	3%	694	100%
Empresas innovadoras no tecnológicas	253	94%	17	6%	270	100%

6. *Artículo 2. Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación.*

Empresas innovadoras organizativas	216	94%	14	6%	229	100%
Empresas innovadoras de comercialización	101	93%	8	7%	109	100%

Fuente: INE (2018)

La hipótesis central de este artículo es que la adopción de innovaciones está estrechamente relacionada con las características de las redes de información de los productores. En consecuencia, el objetivo general que aquí se plantea es analizar cómo se produce la difusión de innovaciones en la agricultura, centrándonos en el productor agrario. Tres son los objetivos específicos.

- 3) Analizar las dinámicas de adopción de innovaciones de los productores a través de los indicadores de Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI), Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) e Índice de Rapidez de adopción de innovaciones (InRAI) (Aguilar Gallegos et al., 2017; Muñoz Rodríguez et al., 2007; Susaeta et al., 2018; Zarazúa-Escobar et al., 2011)
- 4) Analizar la red de relaciones sociales de los actores seleccionados, en cada una de las diferentes categorías de innovaciones a través de la aplicación del ARS para el estudio de la difusión de innovaciones (y de ahí el carácter exploratorio de este trabajo) (Perry et al., 2018)

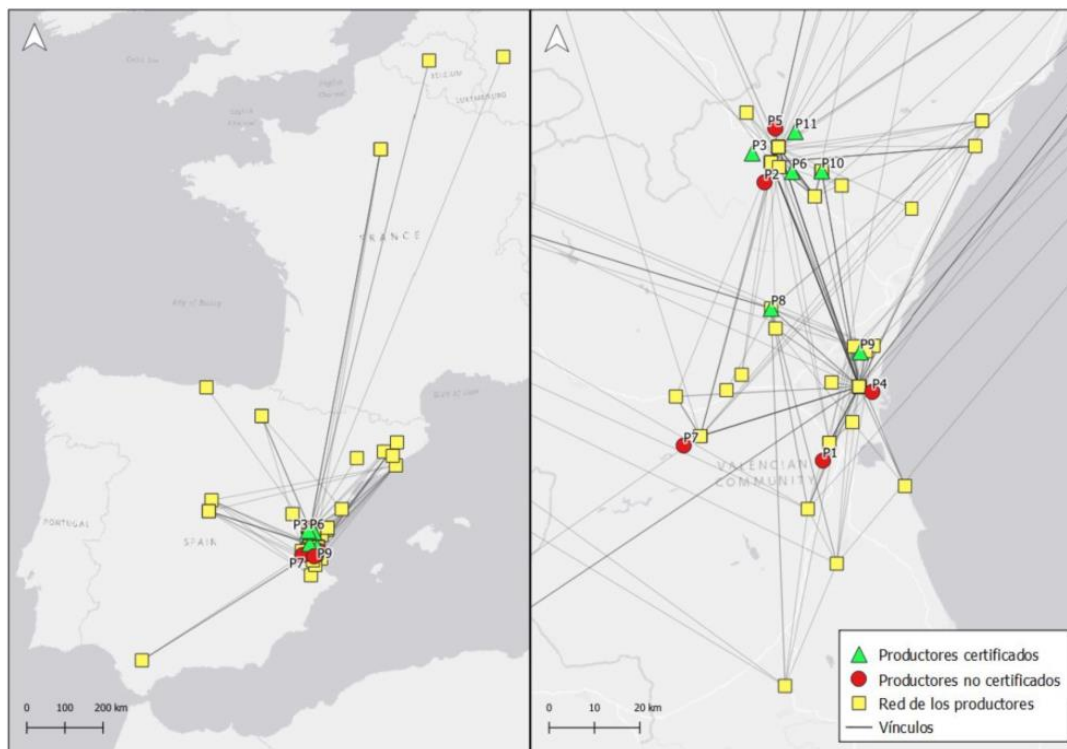
El ámbito territorial de referencia para la investigación son las provincias de Castellón y Valencia, en las que, como se ha podido ver, hay una elevada y creciente presencia de AE. Se ha trabajado con información del Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana que, tras diferentes contactos, ha permitido seleccionar una muestra de 11 productores relevantes y con un destacado liderazgo en sus respectivos ámbitos productivos y/o territoriales.

En la muestra se han incluido algunos productores que no están registrados, pero que forman parte de esos circuitos de productores que han introducido prácticas respetuosas muy similares a las exigidas para la certificación, pero que no han dado el paso aún de solicitar su inscripción. Son productores agrarios más relegados a circuitos cortos o de proximidad, pero que, en lo fundamental, no difieren de manera significativa en cuanto a las innovaciones que introducen en sus prácticas agrarias. Con todos ellos se han mantenido reuniones y las entrevistas han tenido dos partes. Por un lado, una entrevista abierta en profundidad, de carácter cualitativo (en la que también se han recogido las características o atributos del entrevistado) y, tras esta, se ha pasado a una entrevista semiestructurada. Estas cuatro categorías se utilizan habitualmente en estudios sobre la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura (Avolio et al., 2014). Para cada práctica, se ha recogido información sobre el origen de esa práctica, es decir, el “emisor” (persona, institución, organización, etc.), localización (municipio del actor u organización, y año en el que fue adoptada).

7.2 Resultados principales

Pese a que estamos ante una pequeña muestra de productores, destaca la amplitud de algunas de las redes personales de los productores, con contactos o puntos de origen de algunas de las innovaciones que han introducido en lugares como Francia o Bélgica, y muchos de ellos también con relaciones en Cataluña (Figura 16). Relaciones también destacadas surgen, fuera de la propia Comunidad Valenciana, con agentes de Madrid, Sevilla, País Vasco, Cantabria o Aragón. Este hecho pone de relieve la importancia de las redes personales y la reducida fricción de la distancia cuando se trata de buscar o acceder a innovaciones productivas.

Figure 16. Distribución geográfica de los actores entrevistados y la red de innovaciones



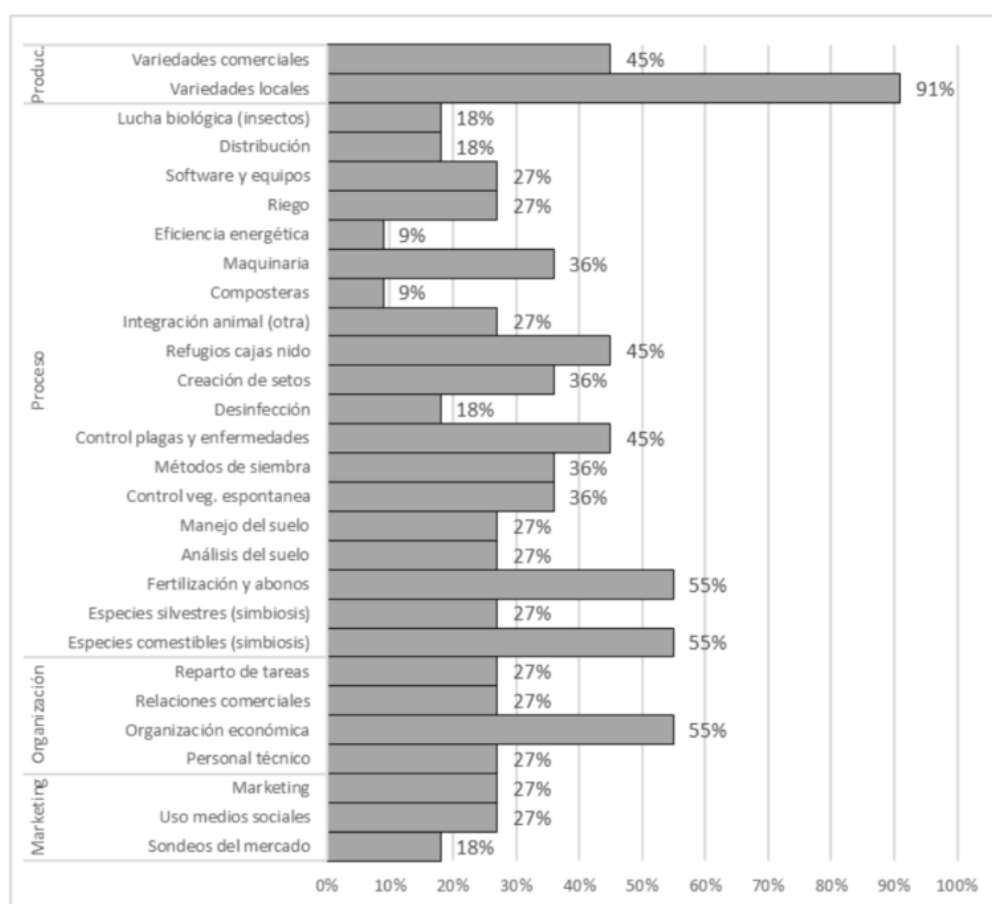
Fuente: elaboración propia

Las innovaciones que los productores han introducido con mayor frecuencia (Tasa de Adopción) se reflejan a través de la tasa de adopción (Figura 17). Destaca la introducción de variedades locales, a la que han recurrido prácticamente todos los entrevistados (en gran parte porque implican inversiones menos voluminosas), así como determinados tipos de asociación de cultivos y cambios en la organización económica (algo más de la mitad de los productores). La importancia de este último tipo de innovación se relaciona, en la mayor parte de los casos, con los vínculos que muchos productores tienen con grupos de consumo, lo cual supone una predisposición a introducir cambios en la producción, transformación y/o ventas en función de las demandas de temporada y de

6. Artículo 2. *Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación.*

proximidad. En general, puede decirse que la inversión ligada a la adopción de innovaciones no constituye el principal factor limitante o que guía la toma de decisiones, como lo pone de relieve, por ejemplo, el hecho de que también algo más de la mitad hayan introducido abonos y fertilizantes no convencionales, y que implican inversiones significativas. Otras innovaciones presentes se relacionan con el control de plagas y enfermedades (42 % de los productores) o la introducción de maquinaria agrícola (36 %). Entre las innovaciones relevantes, pero con menor adopción, destacan las relacionadas con los estudios de mercado y sondeo antes de la venta (18 %).

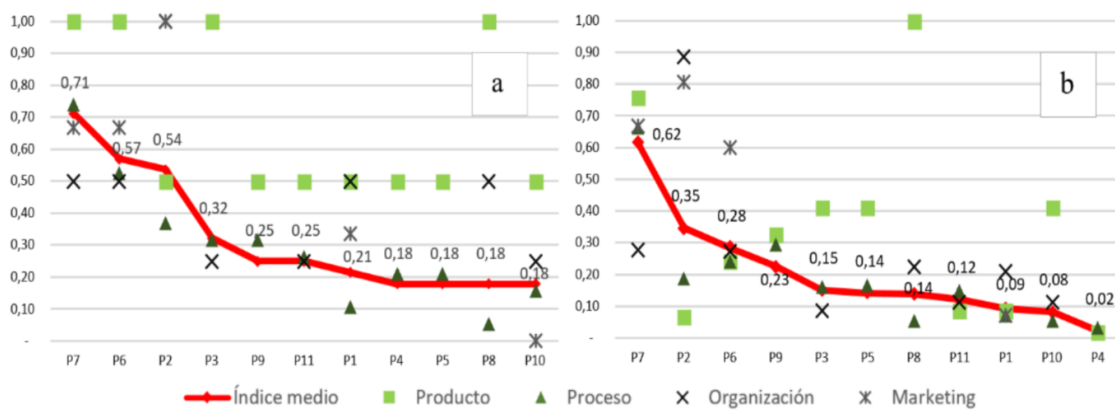
Figure 17. Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI)



Fuente: elaboración propia

A través de los Índices de Adopción de Innovaciones y el Índices de Rapidez de Adopción de innovaciones, fue posible vincular las características del producto como tipo de organización agrícola (cooperativa, productor ecológico, agroecológico o convencional) con la capacidad de adoptar innovaciones y de manera más rápida (Figura 18).

Figure 18. a) Índice de Adopción de Innovaciones; b) Índice de Rapidez de Innovaciones.



Fuente: elaboración propia

7.2.1 El proceso de difusión a través de las redes personales. Análisis según categorías de innovación

Como se ha referenciado anteriormente a partir del Manual de Oslo son cuatro las categorías de innovación en las que se han distribuido las redes (producto, proceso, organización y marketing) (OECD/Eurostat, 2007).

Las empresas presentes en las cuatro categorías de innovación tuvieron una posición relativamente importante de cara a la introducción de productos, como fertilizantes ecológicos. Por su parte, los técnicos informaron sobre la gestión de los cultivos, mientras que los vecinos han sido clave para aportar conocimiento local, importante de cara a la recuperación de variedades locales, estando presentes en casi todas las categorías de innovación (excepto en “Marketing”). Por último, las instituciones y los centros de investigación tienen un papel más definido y concreto, y aparecen con cierta relevancia únicamente en la categoría de “Proceso”.

En la red social “Organización” destacan los grupos de consumo que suponen un modelo de innovación social y económica en el sistema de ventas de la agricultura ecológica (con beneficios para consumidores y productores). La de “Marketing” presenta una estructura débil, con escasas conexiones (e innovaciones). En ella destacan grupos de productores innovadores con notables diferencias entre ellos.

Figure 19. Grado de centralidad de los actores según redes sociales por categorías de innovación.

6. Artículo 2. Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación.



Fuente: elaboración propia

7.3 Conclusiones y cuestiones pendientes

El auge de la agricultura ecológica en la Unión Europea, especialmente en España y la Comunidad Valenciana, presenta una proyección muy positiva para la evolución tanto de la oferta como de la demanda en los próximos años. La difusión de estas innovaciones sigue siendo un ámbito de análisis de especial relevancia en las ciencias sociales. El presente estudio tiene un carácter exploratorio y su objetivo es testar cómo pueden aplicarse y en qué medida son útiles las medidas de ARS para el estudio de esos procesos de difusión de innovaciones. Los resultados ponen de relieve que estamos ante un enfoque muy potente para el análisis de la difusión de innovaciones. Una elevada tasa de adopción de innovaciones puede relacionarse con la predisposición del productor a innovar y aceptación del riesgo, la facilidad de uso de la innovación, el gasto e inversión necesaria para la adquisición e implementación de la innovación y la frecuencia de uso. Tanto el índice de adopción de innovaciones como el índice de rapidez de innovaciones también son útiles para definir con cierta precisión el comportamiento innovador de los productores y dónde se sitúan en la curva de adopción de innovaciones. La red de “Marketing” es la más débil, lo que pone de relieve que son las innovaciones sobre las que, al menos en esta muestra de productores, estos son menos propensos a su introducción. Por el contrario, sí están muy implicados en todo lo referido a innovaciones de “Proceso”. Los Grupos de Consumo tienen un destacado protagonismo en la red de “Organización”, constituyendo uno de los elementos vertebradores de la innovación. La combinación entre la dedicación del productor, el enfoque productivo y empresarial y el tamaño de la explotación puede estar relacionada tanto con la presencia de redes de difusión más sólidas como con un mayor índice de adopción y rapidez de innovaciones.

6. *Artículo 2. Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación.*

Los Centros de Investigación son importantes para el asesoramiento y la difusión de conocimiento en las innovaciones de “Proceso”. El entorno local de los productores permite concluir que la agricultura continúa teniendo un componente generacional y de arraigo territorial. Los “Vecinos” siguen siendo una importante fuente de conocimiento en la difusión de prácticas agrícolas y transmisión de conocimiento, especialmente importante de cara a la recuperación de variedades locales. El estudio abre una gran cantidad de puertas que han de continuar analizándose en próximas investigaciones, trabajando con muestras más amplias, que permitan descender al detalle para contrastar si determinados factores pueden ser igualmente relevantes a la hora de explicar los diferentes comportamientos innovadores. Se ha de analizar, por ejemplo, los comportamientos en función de muestras de tipologías de cultivos amplias.

7.4 Artículo



Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación

Rafael Mesa Manzano¹; Javier Esparcia Pérez²

Recibido: 14 de noviembre del 2020 / Enviado a evaluar: 10 de diciembre del 2020 / Aceptado: 25 de mayo del 2021

Resumen. La manera en la que las innovaciones se difunden sobre el territorio tiene una estrecha relación con la configuración de las redes del productor agrario en torno a las organizaciones. En esta investigación se estudia la relación entre los flujos de información y las redes personales en la agricultura ecológica que directa o indirectamente promueven las innovaciones en el sector. A partir de un listado de 28 innovaciones, agrupadas en cuatro categorías (Producto, Proceso, Organización y Marketing) se realizan entrevistas en profundidad a 11 actores relacionados con la agricultura ecológica las provincias de Castellón y Valencia para analizar las redes de difusión de innovaciones. Con los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas se analizarán los índices de adopción y rapidez de innovaciones, las redes de difusión de innovaciones entre productores y organizaciones en un sector en continuo desarrollo como es el de la agricultura ecológica en la Comunidad Valenciana.

Palabras clave: Difusión de Innovaciones; agricultura ecológica; análisis de redes sociales; Comunidad Valenciana.

[en] Diffusion of Innovations in Organic Farming and Social Network Analysis: An Application Essay

Abstract. The way in which innovations are disseminated over the territory is closely related to the configuration of the agricultural producer's networks around organizations. This research studies the relationship between information flows and personal networks in organic farming that directly or indirectly promote innovations in the sector. From a list of 28 innovations, grouped into four categories (Product, Process, Organization and Marketing), in-depth interviews are conducted with 11 actors related to organic farming in the provinces of Castellón and Valencia to analyze the innovation diffusion networks. With the qualitative data obtained from the interviews, the rates of adoption and speed of innovations, the networks of diffusion of innovations between producers and organizations in a sector in continuous development such as that of organic farming in the Valencian Community will be analyzed.

Keywords: Diffusion of Innovations; ecological agriculture; social network analysis; Valencian Community.

¹ Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. Universitat de València
E-mail: rafael.mesa@uv.es

² Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. Universitat de València
E-mail: javier.esparcia@uv.es

[fr] Diffusion des innovations en agriculture biologique et analyse des réseaux sociaux : un essai d'application

Résumé. Le mode de diffusion des innovations sur le territoire est étroitement lié à la configuration des réseaux de producteurs agricoles autour des organisations. Cette recherche étudie la relation entre les flux d'informations et les réseaux personnels en agriculture biologique qui favorisent directement ou indirectement les innovations de la filière. À partir d'une liste de 28 innovations, regroupées en quatre catégories (Produit, Procédé, Organisation et Marketing), des entretiens approfondis sont menés avec 11 acteurs liés à l'agriculture biologique dans les provinces de Castellón et de Valence pour analyser les réseaux de diffusion de l'innovation. Avec les données qualitatives obtenues à partir des entretiens, les taux d'adoption et la vitesse des innovations, les réseaux de diffusion des innovations entre producteurs et organisations dans un secteur en développement continu tel que celui de l'agriculture biologique dans la Communauté valencienne seront analysés.

Mots Clés: Diffusion des Innovations; agriculture écologique; analyse de réseaux sociaux; Communauté Valencienne.

Cómo citar. Mesa Manzano, R. y Esparcia Pérez, J. (2021): Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 41(1), 133-159.

Sumario. 1. Introducción. 1.1. La creciente importancia de la agricultura ecológica. 1.2. La agricultura ecológica como innovación y la difusión de innovaciones. 1.3. La agricultura ecológica en la Unión Europea, España y la Comunidad Valenciana. 2. Los enfoques teórico-conceptuales de la investigación. 2.1. La difusión de innovaciones en la agricultura. 2.2. El análisis de redes sociales para el estudio de la difusión de innovaciones. 3. Objetivos, fuentes y metodología. 3.1. Objetivos, área de estudio y muestra de productores. 3.2. El análisis de la difusión de innovaciones. 3.3. Las redes egocéntricas para el análisis de la difusión de innovaciones. 3.4. Medidas de centralidad en el análisis de redes sociales. 4. Resultados: redes y difusión de innovaciones en la agricultura. 4.1. Tasas de Adopción y antigüedad de adopción, Índice de Adopción e Índice de Rapidez de Innovaciones. 4.2. El proceso de difusión a través de las redes personales. Análisis según categorías de innovación. 5. Conclusiones y nuevos pasos en la investigación. 6. Referencias bibliográficas.

1. Introducción

1.1. La creciente importancia de la agricultura ecológica

En buena parte de los países europeos los sistemas alimentarios sostenibles y saludables están siendo objeto de una importante revalorización durante las últimas dos décadas, y especialmente durante los últimos años. Cada vez queda más lejos aquella apreciación sobre la poca disponibilidad de la población europea a pagar más para obtener alimentos producidos de una manera social y ambientalmente más digna (Hoggart y Paniagua, 2001). En este contexto, la agricultura ecológica (AE) ha cobrado un especial protagonismo en las cadenas y sistemas alimentarios (Morgan y Murdoch, 2000), y forman parte del proceso de reestructuración rural presente en Europa desde hace varias décadas, en el que la variable ambiental ha tenido un papel central (Woods, 2005). De hecho, ya desde mediados los 90 puede considerarse que la agricultura ecológica mostraba un crecimiento constante, aprovechando los

cambios normativos, los incentivos a la producción y la creciente demanda de los consumidores (Gómez et al., 2007). Estos últimos autores señalaban que la tasa media anual acumulada de incremento de la superficie ecológica entre 1991 y 2002, en los 15 países de la UE, había sido de un 25 %, si bien en aquellos momentos Italia, Reino Unido y Alemania concentraban casi el 60 % de la superficie. Para que todo eso fuera posible había ya importantes procesos de difusión de innovaciones, tanto entre países (que, según concluyen en este trabajo, giraban en gran parte en torno a mecanismos de imitación) como entre los propios productores.

Esos procesos de difusión de la AE en la UE han continuado, aunque con un ritmo más moderado que aquellos años, de entre un 6 % y el 9 % anual (Eurostat, 2018). Generaba más de 20.000 M€ al año y ocupaba más del 5,4 % de las tierras agrícolas de la UE. Los últimos datos indican que representa ya el 8,7 % de la superficie agraria total, con cerca de 13.8 millones de hectáreas (Eurostat, 2020). Las previsiones son que este ritmo de crecimiento continúe, tanto en cuanto a superficie como a número de operadores ecológicos (entre los que los jóvenes suponen una proporción creciente). Este crecimiento de la oferta responde evidentemente a un crecimiento de la demanda, resultado de la creciente preocupación y concienciación de los consumidores por los problemas ambientales derivados de las prácticas agrarias intensivas. De hecho, en la agricultura ecológica y, en general, en una agricultura que pretende ser cada vez más sostenible, las innovaciones están cada vez más presentes, como elemento clave en las conexiones entre agricultura, producción de alimentos y las tres dimensiones de la sostenibilidad (Avolio et al., 2014). Por su parte, para aquellos productores que consiguen posicionarse con éxito en la AE, esta supone un mayor valor añadido y, por lo tanto, comparativamente más ingresos que en la producción agraria convencional.

Las políticas públicas no son ajenas a este gran cambio, como lo pone de relieve, por ejemplo, el compromiso manifestado en el Pacto Verde Europeo por una agricultura más respetuosa con el medio ambiente, a través, en parte, de la AE y de que esta sea más accesible para todos los consumidores³. La Estrategia “De la Granja a la Mesa”, presentada en el 2020 por la Comisión Europea en el marco del Pacto Verde, responde precisamente al compromiso de avanzar hacia sistemas alimentarios más sostenibles⁴. En ese mismo marco cabe situar el Plan de Acción para la Agricultura Ecológica, aprobado recientemente por la Comisión Europea⁵, con el que se pretende dar continuidad a las acciones del periodo 2014-2020. El Plan contempla

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es (Fecha de consulta: 25 de febrero de 2021).

⁴ https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en; <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/from-farm-to-fork/> (Fecha de consulta: 15 de enero de 2021).

⁵ https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/future-organics_es#actionplan; https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_1275 (Fecha de consulta: 12 de abril de 2021).

tres grandes ejes de acción, estimular la demanda y asegurar la confianza de los consumidores; estimular la conversión de producción agrícola convencional (con el objetivo de un 25 % para 2030, tal como recoge el Pacto Verde) y reforzar la cadena de valor (especialmente las cadenas cortas); y mejorar la contribución de la agricultura ecológica a la sostenibilidad ambiental. Los objetivos del Plan de Acción están a su vez articulados con objetivos de la PAC tales como el apoyo a la investigación e innovación, la organización de actividades de información y la creación de redes para el intercambio de prácticas y conocimientos.

1.2. La agricultura ecológica como innovación y la difusión de innovaciones

Con relación a esto último, la AE es, con relación a la agricultura convencional, una innovación en sí misma (Simin y Jankovic, 2014), aunque ciertamente no está exenta de importantes dificultades, como han puesto de relieve diferentes estudios (Wheeler, 2008). Algunos estudios sobre los procesos de crecimiento y difusión de la agricultura ecológica, desde la Teoría de la Difusión de Innovaciones (Gómez et al., 2007), se centran en las características económicas y los rasgos particulares que tales procesos adquieren en cada país, como la capacidad adquisitiva de los agentes, o la influencia, experiencia e imitación de los adoptantes en otros países del entorno, o del momento en el que se introdujo la AE. Confirman, por un lado, el patrón temporal típico de la difusión de innovaciones en forma de “S”, principalmente como resultado de mecanismos de imitación y aprendizaje entre los agentes del sistema (y países). Por otro lado, los resultados apuntan hacia una cierta relación entre el momento de introducción de la AE y la velocidad de difusión (que se traduce en que cuanto más se retrasa la introducción o adopción de la innovación, el proceso de difusión tiende a ser más rápido).

Si descendemos a la microescala de los productores agrarios, es evidente, por tanto, la utilidad de conocer cómo se difunde la información entre ellos y con otros agentes del sistema, visualizar y mapear los flujos de información y, con ello, detectar los “puntos calientes” de origen o adopción de esa información, de esas innovaciones (así como aquellos ámbitos en el territorio en los que predominan grupos aislados, a los que no les llegan suficientemente).

La difusión de innovaciones sigue un proceso muy estudiado en la literatura científica. Cabe destacar al menos dos grandes referencias, los trabajos de Hägerstrand (1967) y Rogers (2003). Estos autores insisten en la importancia del entorno como condicionante de los procesos de difusión de innovaciones (adopción e implementación), vinculados a la identificación empírica de patrones que conducen a modelos de difusión. Hägerstrand estudió las teorías de la difusión de las innovaciones desde una vertiente socio-espacial. En sus trabajos se atendía al análisis individual empleando como unidad de observación fundamental las relaciones personales entre los individuos, junto con el medio ambiente y con las instituciones. Efectivamente, el entorno local socio-institucional se ha demostrado clave a la hora de explicar procesos de desarrollo y de difusión de innovaciones, al ser un factor de

articulación de los recursos disponibles para la adopción e implementación de las innovaciones (Esparcia, 2014).

En el caso de la AE, el sistema de actores en ese entorno local es clave para explicar esos procesos de adopción e implementación de las innovaciones entre los productores. Así, tanto los productores como otros actores vinculados a la AE, en función de sus capacidades y de sus redes de relaciones (marco fundamental de los procesos de toma de decisiones), se sitúan en el núcleo mismo de la adopción y difusión de la propia AE en general, y de otras innovaciones específicas, ya dentro del sector, en particular. La extensión de la AE se ha producido a través de redes, cada vez más desarrolladas y consolidadas, de difusión de innovaciones. Estas redes de innovación son fundamentales en la fase de adopción e implementación, pero hay igualmente una segunda fase, la de la inserción y consolidación en las redes comerciales y de distribución, que es fundamental para que los productores ecológicos puedan rentabilizar todo el esfuerzo previo que ha supuesto entrar en la AE o adoptar determinadas innovaciones específicas.

1.3. La agricultura ecológica en la Unión Europea, España y la Comunidad Valenciana

El interés de las autoridades europeas por la agricultura ecológica tiene ya una cierta trayectoria, con el Reglamento (CE) 834/2007⁶, aún vigente, como principal referencia. Este marco jurídico fija las normas relativas a la producción, almacenamiento, transformación y transporte, así como a la venta, suministro final, etiquetado y control a terceros países. Por otra parte, la Política Agraria Común (PAC) ha ido implementando medidas dirigidas a estimular a la agricultura ecológica a través del *greening* o pago verde, que se traduce en ayudas directas donde se incluyen prácticas obligatorias, como la diversificación de los cultivos, el mantenimiento de elementos paisajísticos y el mantenimiento de pastos, así como elementos de ayuda a la producción orientadas al desarrollo rural. La agricultura y la alimentación ecológica son, en la PAC actual, una oportunidad de crecimiento económico sostenible.

Las autoridades comunitarias han señalado en muchos foros la importancia de la agricultura ecológica (Parlamento Europeo, 2018). Para ello se ha llevado a cabo una inversión de casi 240 millones de euros en el periodo 2014-2020, destinados a apoyar investigaciones sobre enfoques ecológicos y actividades de innovación en la agricultura ecológica bajo el programa Horizonte 2020. En los últimos años se detecta un mayor énfasis ya en el ámbito de las políticas públicas, como lo pone de relieve la citada Estrategia “De la Granja a la Mesa”, presentada en 2020 en el marco del Pacto

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007R0834>; detalles sobre su aplicación se desarrollan en el Reglamento (CE) 889/2008: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008R0889&from=EN>

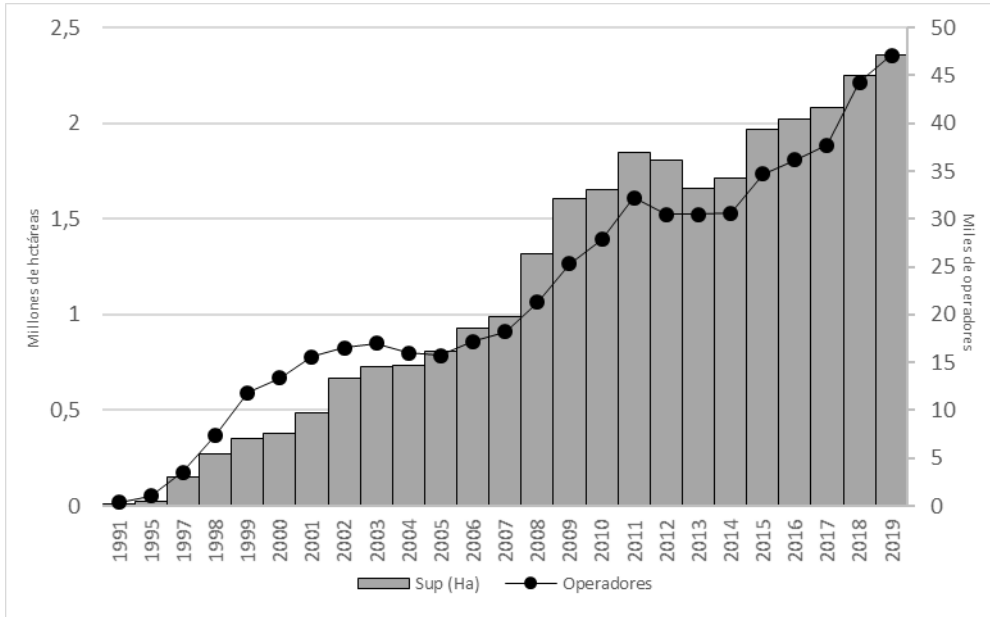
Verde y como uno de los instrumentos para conseguir los objetivos de este. En la Estrategia se señala que el mercado de alimentos orgánicos continuará creciendo y que la agricultura ecológica debe promoverse aún más. Por otro lado, se espera que través del impulso de la PAC, el 25% de las tierras agrícolas de la UE estén dedicadas a agricultura ecológica para el año 2030. Este marco normativo y políticas de apoyo explican, junto al aumento de la demanda, el crecimiento de la AE en la UE. Efectivamente, según los últimos datos disponibles (Eurostat, 2021) la Superficie Agraria Útil destinada a AE (junto a superficie en transformación) ha pasado del 3 % (2000), al 5,9 % (2012), al 6,7 % (2016) y al 8,5 % (2019) (IFOAM, 2018 y Eurostat, 2021). Siendo significativa esta evolución, es evidente que el margen de transformación es aún muy amplio en el conjunto de la UE.

En los últimos años (2012-2019) este crecimiento ha sido especialmente importante, en términos comparativos, en Croacia, Bulgaria y Hungría y, a una cierta distancia, en Italia⁷. En España este se ha situado en el 34 %, por debajo de la media comunitaria (46 %). Sin embargo, lo relevante es que España es el país con mayor superficie total dedicada a la producción ecológica (un 17,1 % del total de la UE en 2019, con 2,35 millones de ha), seguida por Francia (16,2 %), Italia (14,5 %) y Alemania (9,4 %) (MAPA, 2020a). Como se ha señalado, pese al crecimiento acelerado de los últimos años, la proporción de SAU dedicada a AE en 2019 es aún reducida. En España esta se sitúa ligeramente por encima de la media comunitaria (9,7 %, frente al citado 8,5 %). También es significativo diferenciar el esfuerzo que algunos países están realizando con explotaciones en transformación, caso de Grecia (2,8 % de su superficie, que se añade al 7,5 % que ya tiene transformada) y, sobre todo, Italia (2,9 % y 12,2 % respectivamente). España participa plenamente de estas tendencias (con un 1,2 % de superficie en transformación, que se añade al 8,4 % que ya tiene transformada). Otros indicadores confirman la pujanza de la AE, como el valor de mercado que genera el sector ecológico (incluyendo ganadería y acuicultura), de más de 40.000 mill. de € en la UE (ocupando España el 7º lugar, con un 5 %), o el crecimiento constante en el número tanto de productores (5,4 % anual) como de elaboradores (5,9 % anual) (ECOVALIA, 2020).

En el contexto de la UE, España tiene un claro punto fuerte en su elevada superficie dedicada a la producción ecológica, pero también un importante punto débil, como es la baja proporción de operadores (algo menos del 7 % de los registrados en la UE). Este último se añade a la elevada proporción de producción que se orienta a la exportación, quedando nuestro país lejos aún del consumo medio en otros países (MAPA, 2021). Es precisamente la demanda en otros países europeos la que explica el continuado aumento de producción ecológica en nuestro país en las últimas tres décadas (Figura 1).

⁷ EUROSTAT (2021): Organic farming statistics. Statistics Explained (Fecha de consulta: 17 de marzo del 2021). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Organic_farming_statistics#Key_messages

Figura 1. Evolución de la superficie y número de operadores en España (1991-2019)



Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021.

La apuesta por la AE en España ha sido desigual según los territorios (Tabla 1). Si nos atenemos a la evolución de la superficie dedicada total entre los primeros y últimos datos disponibles (2003 y 2019) se observa el fuerte crecimiento en prácticamente todas las CC.AA. Por superficie, Andalucía y Castilla-La Mancha son actualmente las dos grandes potencias en AE en nuestro país. El esfuerzo de conversión a AE fue muy importante hace años, pero se ha acelerado en Castilla y León, País Vasco, Extremadura, Comunidad Valenciana y Aragón (como se deriva de la mayor proporción de superficie de AE en conversión o en primer año de prácticas. Por último, la relación entre superficie dedicada a AE y la SAU total pone de relieve el esfuerzo e importancia real que la AE tiene en cada una de las CC.AA., y aquí puede apreciarse el importante crecimiento entre las dos fechas, que para el conjunto nacional ha supuesto pasar del 2,9 % en 2003 a aproximadamente el 10 % en 2019. Destacan el País Vasco (casi ha multiplicado por 12 la superficie dedicada a AE), Castilla-La Mancha (casi la ha multiplicado por 10), Galicia y Asturias (por siete), Comunidad Valenciana (por seis), y Castilla y León, Cataluña y Andalucía (multiplicada su superficie por entre cuatro y cinco).

Tabla 1. Superficie de Agricultura Ecológica en 2003 y 2019 (en ha) (*)

	2003					2019					Aumento de AE entre 2003 y 2019 (2003=100)
	AE Calificada	AE Total	AE Calif. / Total AE	AE Tot. /SAU Tot.	SAU Total	AE Calificada	AE Total	AE Calif. / Total AE	AE Tot. 2019 /SAU Tot.	SAU Total (2016*)	
Andalucía	21,4%	39,1%	28,2%	6,1%	18,6%	46,6%	45,2%	87,9%	24,2%	18,9%	376%
Aragón	11,4%	10,2%	57,3%	3,1%	9,4%	2,6%	2,9%	76,3%	3,0%	9,8%	91%
Asturias	0,6%	0,3%	95,7%	0,5%	1,6%	0,6%	0,6%	87,2%	4,0%	1,5%	652%
Baleares	1,6%	1,7%	50,1%	5,8%	0,8%	1,6%	1,6%	85,9%	21,5%	0,7%	302%
Canarias	1,5%	0,8%	95,0%	9,2%	0,2%	0,3%	0,3%	91,4%	15,3%	0,2%	133%
Cantabria	1,2%	0,6%	100,0%	1,5%	1,2%	0,1%	0,1%	80,7%	1,6%	0,9%	80%
Cast._La Mancha	3,9%	6,6%	30,9%	1,1%	17,9%	17,9%	17,5%	87,1%	10,2%	17,4%	867%
Castilla y León	2,5%	1,9%	70,4%	0,2%	21,5%	1,9%	2,5%	64,8%	1,1%	22,9%	443%
Cataluña	5,7%	7,8%	38,0%	4,9%	4,6%	9,2%	9,8%	80,3%	20,6%	4,8%	408%
Extremadura	32,2%	18,2%	91,5%	4,6%	11,4%	3,9%	4,4%	75,0%	4,3%	10,4%	79%
Galicia	0,7%	0,8%	45,1%	0,8%	2,9%	1,6%	1,5%	90,1%	5,6%	2,7%	584%
Madrid	1,1%	0,7%	81,9%	1,5%	1,4%	0,5%	0,5%	81,6%	3,9%	1,3%	233%
Murcia	4,0%	2,8%	73,0%	5,0%	1,6%	4,0%	3,6%	93,8%	22,6%	1,6%	415%
Navarra	7,1%	4,0%	91,4%	4,9%	2,3%	4,0%	3,6%	95,8%	15,2%	2,4%	292%
La Rioja	0,1%	1,2%	4,9%	3,6%	1,0%	0,2%	0,2%	83,5%	1,8%	0,9%	46%
País Vasco	0,1%	0,1%	78,4%	0,3%	1,0%	0,2%	0,2%	72,5%	3,2%	0,8%	855%
Com. Valenciana	4,9%	3,4%	74,2%	3,5%	2,8%	4,8%	5,4%	75,6%	20,8%	2,6%	520%
Total nacional	374.001	725.254	51,6%	2,9%	25.175.236	2.008.294	2.354.916	85,3%	10,1%	23.229.753	325%

(*): Se diferencia la AE Calificada, por un lado, y la AE Total, por otro. En esta última también se incluye la superficie en conversión y en el primer año de prácticas.

(**): Los últimos datos disponibles sobre SAU corresponden a la Encuesta sobre Estructura de las Explotaciones Agrícolas de 2016. Por ello la relación entre AE Total (2019) respecto de la SAU total (2016) no es precisa.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta sobre Estructura de las Explotaciones Agrícolas (2003 y 2016), y Estadísticas de la Agricultura Ecológica en España (2003 y 2019).

El extraordinario aumento de superficie dedicada a la AE tiene su lógico reflejo en otros datos importantes, como el aumento del número de empresas dedicadas al sector (que han crecido un 51,9 % entre 2015 y 2018), los 2,6 millones de toneladas de producción o los 2.311 millones de € (2019) que ha generado la producción ecológica en origen (MAPA, 2020b), la mayor parte orientada a la exportación.

La Comunidad Valenciana ha participado plenamente del extraordinario crecimiento de la AE en nuestro país, con algo más del 5 % de la superficie reformada o en transformación del conjunto del país. Por provincias, si bien la envergadura de la AE en Valencia es significativamente mayor que en Alicante y Castellón, en esta última provincia se están produciendo importantes transformaciones recientes (Tabla 2). Este dato es especialmente importante si se tiene en cuenta que casi duplica la proporción de superficie de SAU, lo que evidencia una creciente especialización, en línea con CC.AA. como Murcia, Cataluña, Extremadura y, en menor medida, Navarra. Si se desglosa la superficie transformada y en transformación, se evidencia igualmente que es una de las que tienen un ritmo de expansión más importante. El importante número de operadores ecológicos (7,1 % del total nacional) confirma este importante dinamismo.

Tabla 2. Cambios recientes en la Agricultura Ecológica en la Comunidad Valenciana, según superficie (ha) y operadores

	Superficie (ha)				Operadores			
	2019	2020	2019-2020	2016-2020	2019	2020	2019-2020	2016-2020
Castellón	26%	24%	5,0%	309,0%	9%	9%	5,0%	57,5%
Valencia	46%	51%	27,0%	130,0%	57%	58%	8,8%	53,5%
Alicante	30%	25%	-3,0%	-7,7%	33%	34%	8,9%	45,8%
Total CV	127.909	146.767	14,7%	81,2%	3.265	3.544	8,5%	51,5%

Fuente: CAECV, Comité de Agricultura Ecológica de la Comunitat Valenciana. Informe 2020.

En todo caso, cuando hablamos de AE hay que tener en cuenta que es, para los productores, una oportunidad de mercado. Por ello se explican las importantes transformaciones recientes, pero también el que una parte de los productores, sin haber dado el paso hacia la certificación, sí adopten cada vez más prácticas respetuosas con el medio ambiente, porque la característica de productos saludables y de proximidad constituye igualmente un atractivo de cara a los mercados. En todo caso, tanto la AE calificada, como la que está oficialmente en transformación, como la que se presenta como “sana y respetuosa con el medio ambiente”, constituyen activos cada vez más importantes de cara al desarrollo de los territorios rurales (Rivera, 2005).

2. Los enfoques teórico-conceptuales de la investigación

2.1. La difusión de innovaciones en la agricultura

Los estudios sobre difusión de innovaciones tienen una larga trayectoria, desde diferentes disciplinas (Hägerstrand, 1967; Valente, 2005; Rogers, 2003). En el ámbito de la agricultura los primeros trabajos que incorporan esta perspectiva son los de Ryan y Gross (1943), que pusieron de relieve la influencia de los factores sociales en la adopción de innovaciones, con relación a factores que eran ya clásicos, de tipo económico (Hägerstrand, 1967). En esencia, el estudio de la difusión de innovaciones pretende entender cómo los miembros de una población adoptan una nueva idea o innovación, que es comunicada entre miembros de un sistema social, a través de determinados canales y en un determinado periodo de tiempo (Rogers, 2003). Este autor establece una tipología, según la predisposición de los individuos a la hora de innovar, diferenciando entre innovadores, primeros adoptantes, mayoría precoz, mayoría rezagada y tradicionales. Por otro lado, al hablar de adopción (difusión) de innovaciones se pueden diferenciar los denominados “hardware” y “software” (Padel, 2001). El primero, hace referencia a la tecnología necesaria, mientras que el segundo se refiere a la información y nuevas habilidades para usar esa tecnología y evaluar su rendimiento. Esta sencilla diferenciación pone de relieve que la comunicación para la

adopción de prácticas agrarias es uno de los componentes principales de la difusión de innovaciones.

En líneas generales la agricultura ecológica podría considerarse como una innovación en sí misma, porque innovador es el proceso por el cual los agricultores abandonan el uso generalizado de fertilizantes, herbicidas y pesticidas. La finalidad es adaptar un tipo de práctica que sea sensible con el medio ambiente, poniendo en el mercado unos productos diferenciados de la producción convencional. Sin embargo, en sentido estricto, también podría decirse que la agricultura ecológica es una invención, que se produjo en un determinado momento, y su difusión sería la innovación propiamente dicha. Es decir, una idea, “la agricultura ecológica”, es convertida en una “innovación”, en tanto que producto, proceso o servicio mejorado (Gómez *et al.*, 2007).

La agricultura ecológica, por lo tanto, sería un método de cultivo (la invención), y la innovación estaría en el proceso de adopción por parte de los agentes del sistema, los agricultores. Este proceso tiene lugar en un territorio y momento o periodo determinados, pudiéndose identificar las etapas de ese proceso de difusión. Es frecuente que este proceso implique una primera fase de evolución lenta, para pasar a una segunda fase en la que este se acelera hasta determinado umbral, y una tercera fase en la que el proceso se ralentiza o frena, estabilizándose (Gómez *et al.*, 2007: 75). En la UE la difusión de la agricultura ecológica responde justamente a este proceso, con las tres grandes fases señaladas.

Diferentes estudios a partir de la aplicación de modelos econométricos a la difusión de innovaciones (siguiendo los planteamientos de Rogers) en la AE de la UE precisamente concluyen que, efectivamente, esta sigue un proceso en forma de “S”, si bien con particularidades entre los diferentes países (Gómez y Carmona, 2003; Gómez *et al.*, 2007). Este tipo de análisis también se han aplicado para el caso de España, destacando cómo la velocidad de difusión de proceso de innovación, a través de su efecto de contagio, también explica la apertura a nuevos mercados y la AE, como exponente estratégico a través de la gestión de nuevos procesos y fórmulas productivas, logísticas y comerciales (Gómez y Carmona, 2003: 16).

2.2. El análisis de redes sociales para el estudio de la difusión de innovaciones

El Análisis de Redes Sociales (ARS) constituye un enfoque metodológico que se ha extendido enormemente en las últimas décadas, en ámbitos muy diversos (Esparcia, 2017), también en análisis de procesos de difusión, como modelos epidemiológicos, redes de transmisión y, también difusión de innovaciones (Valente, 2005). Este enfoque puede ser especialmente útil con relación a la difusión de innovaciones porque esta se produce, en gran parte, a través de las redes de relaciones que establecen los diferentes agentes que forman parte del ecosistema. Aquí se incluyen desde los productores, que tienen un papel central, pero también intervienen transformadores, otros intermediarios, el propio entorno institucional y, en su caso, también los propios consumidores.

En esta investigación adoptamos el enfoque de redes personales o egocéntricas (Marsden, 2002; Hanneman y Riddle, 2005; Lozares et al., 2007), que se centran en la red personal de cada uno de los actores (egos) que forman la unidad de análisis. Estos actores están conectados y mantienen relaciones (lazos) con otros actores (alter). Es evidente que con frecuencia las relaciones no son con personas concretas, sino con organizaciones en su conjunto, o pueden generarse relaciones a partir de eventos (ferias), o mantenerse como fuente de información otros medios (tan variados incluso como revistas, boletines, multimedia, etc.). Las técnicas de ARS solucionan esta diversidad de “actores” (alter) a partir de lo que se conoce como redes bimodales o de modo 2 (Borgatti y Everett, 1992). Estas hacen referencia a datos derivados de relaciones con o desde otros actores o nodos (tanto personas individuales como empresas, organizaciones públicas, ferias, etc.). Las redes corporativas son un ejemplo de aplicación, y en ellas se analizan los alter que son comunes a diversos egos, y las razones para ello (Perry et al., 2018).

Por tanto, la innovación es un proceso colectivo e interactivo, y que las interacciones que buscan la innovación implican “aprendizaje interactivo entre los actores, entre áreas funcionales dentro de una firma o relaciones entre firmas; entre usuarios y productores, y entre firmas e instituciones” (Etemad y Chu, 2004: 48). Estas redes facilitan el intercambio de información, de conocimientos y, en general, recursos del sistema productivo (Dettmer & Reyna, 2014). Concebida así la innovación y la difusión de innovaciones, es evidente, por tanto, la aplicabilidad que tiene el ARS para abordar su estudio.

3. Objetivos, fuentes y metodología

3.1. Objetivos, área de estudio y muestra de productores

Según lo anterior, parece evidente el interés de abordar una investigación, de carácter exploratorio, sobre cómo se está produciendo la difusión de la AE y, sobre todo, la difusión de innovaciones propiamente dichas en el marco de esa AE. La hipótesis central es que la adopción de innovaciones (entendidas también como nuevas prácticas en la agricultura) está estrechamente relacionada con las características de las redes de información de los productores. En consecuencia, el objetivo general que aquí se plantea es analizar cómo se produce la difusión de innovaciones en la agricultura, centrándonos en el productor agrario. Tres son los objetivos específicos. En primer lugar, analizar la red de relaciones sociales de los actores seleccionados, en cada una de las diferentes categorías de innovaciones; en segundo lugar, analizar las dinámicas de adopción de innovaciones de los productores y, por último, ensayar la aplicación del Análisis de Redes Sociales para el estudio de la difusión de innovaciones (y de ahí el carácter exploratorio de este trabajo).

El ámbito territorial de referencia para la investigación son las provincias de Castellón y Valencia, en las que, como se ha podido ver, hay una elevada y creciente presencia de AE. Se ha trabajado con información del Comité de Agricultura

Ecológica de la Comunidad Valenciana que, tras diferentes contactos, ha permitido seleccionar una muestra de 11 productores relevantes y con un destacado liderazgo en sus respectivos ámbitos productivos y/o territoriales. En la muestra se han incluido algunos productores que no están registrados, pero que forman parte de esos circuitos de productores que han introducido prácticas respetuosas muy similares a las exigidas para la certificación, pero que no han dado el paso aún de solicitar su inscripción. Son productores agrarios más relegados a circuitos cortos o de proximidad, pero que, en lo fundamental, no difieren de manera significativa en cuanto a las innovaciones que introducen en sus prácticas agrarias. Con todos ellos se han mantenido reuniones y las entrevistas han tenido dos partes.

Por un lado, una entrevista abierta en profundidad, de carácter cualitativo (en la que también se han recogido las características o atributos del entrevistado) y, tras esta, se ha pasado a una entrevista semiestructurada. Esta se ha basado en un cuestionario en el que se pregunta por la adopción de cualquiera de las 28 prácticas habituales en la AE, agrupadas en cuatro categorías, Producto, Proceso, Organización y Marketing (OECD, 2006). Estas cuatro categorías se utilizan habitualmente en estudios sobre la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura (Avolio et al., 2014). Para cada práctica, se ha recogido información sobre el origen de esa práctica, es decir, el “emisor” (persona, institución, organización, etc.), localización (municipio del actor u organización, y año en el que fue adoptada).

Tabla 3. Perfil de los entrevistados.

Agricultura ecológica		Edad		
Calificada	No calificada	< 35	36-50	51-65
55%	45%	18%	45%	18%

Sexo		Tipología de cultivos (*)		
Hombres	Mujeres	Horticult.	Frutal regad.	Frutal seco
82%	18%	64%	9%	45%

(*): Dado que hay productores mixtos, la suma supera el 100 %.

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y encuestas semiestructuradas a productores.

Durante la entrevista, además de recoger la información propia del entrevistado, este ha ido introduciendo valoraciones sobre la situación y dinámicas en su ámbito respecto de cada uno de los diferentes aspectos planteados.

Como se ha señalado, la muestra está compuesta por 11 informadores (productores) privilegiados, con un buen posicionamiento en sus respectivos entornos territoriales. El perfil de estos entrevistados responde a las características que pueden verse en la Tabla 3.

3.2. El análisis de la difusión de innovaciones

Se utilizan tres indicadores para el análisis del proceso de innovación: la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI), el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) y el Índice de Rapidez de Innovaciones (InRAI) (Rendón et al., 2007). El primero de ellos, el TAI mide el cambio en la adopción promedio de las innovaciones o prácticas seleccionadas, como porcentaje de productores que utilizan las innovaciones

$$TAI_i = \frac{PA}{k} \times 100$$

seleccionadas:

siendo

TAI: Tasa de adopción de i-innovación;

PA: N° de Productores adoptantes de la innovación i;

k: N° total de productores.

Por su parte, el InAI mide, para cada productor, la relación entre las innovaciones adoptadas y el total de innovaciones propuestas o que tiene a su disposición:

$$InAI_i = \frac{IA}{k}$$

siendo

InAI: Índice de adopción de innovaciones del i-ésimo productor;

IA: Innovaciones adoptadas;

k: N° total de innovaciones.

El InRAI permite calcular el tiempo entre la adopción de una determinada innovación y el año de la toma de información en campo. Esta medida posibilita analizar la pensión de los productores a adoptar una determinada innovación:

$$InRA_{ij} = \frac{(\text{Año de encuesta} + 1) - \text{Año Adop}}{(\text{Año de encuesta} + 1) - \text{Año mínimo}}$$

siendo

InRA_{ij}: Indicador de rapidez de adopción del i-ésimo individuo en la j-ésima innovación;

Año de Encuesta+1: Año en el cual se toma de información en campo;

Año Adop: Año en el que el individuo adoptó la innovación;

Año Mínimo: Año mínimo de adopción de una determinada innovación (este valor corresponde a los “primeros adoptantes”).

3.3. Las redes egocéntricas para el análisis de la difusión de innovaciones

En el ARS se diferencian dos grandes tipos de redes, las personales o egocéntricas, centradas en un mismo actor, y las redes completas o sociocéntricas, cuando se tratan conjuntamente el grupo de actores (es decir, las relaciones entre todos los miembros de la red). Aquí se ha trabajado con el enfoque egocéntrico, dado que los actores entrevistados, aunque forman parte de una misma tipología (productores ecológicos, certificados o no), son productores independientes, de municipios diferentes, entre los que, a priori, no hay relación (Ovalle et al., 2010). Por ello lo que interesa es la red personal de cada uno de ellos (redes egocéntricas y, en este caso concreto, los vínculos de cada uno de ellos con los diferentes tipos de innovación), y no la relación que pudiera haber entre ellos (red sociocéntrica).

Efectivamente, la entrevista incluye preguntas sobre el año en el que se han introducido las diferentes prácticas, así como el origen de las mismas, es decir, los nodos (alter) con los que se mantenían relaciones y que han sido el origen de la información o transferencia de conocimiento que ha dado lugar a la adopción de la práctica en cuestión (cooperativas, familiares, amigos, vecinos, productores, empresas, organizaciones, centros de investigación, administración, ferias o eventos). Esta información se ha tratado como matrices de modo 2 (Wasserman y Faust, 2013), obteniendo el grado de centralidad. Este se concibe como el número de alter a los cuales un determinado actor (ego) está conectado directamente. En este caso, los alter no son actores concretos, sino organizaciones, empresas, instituciones públicas, grupos de actores, etc., y pueden ser también cada uno de los 28 tipos de innovación, de forma que una relación directa indicaría adopción de esa innovación por parte del actor entrevistado (ego). Se ha construido una red social para cada una de las cuatro categorías de innovación (Producto, Proceso, Organización y Marketing).

El ARS permite identificar a los actores (alter, sean personas, instituciones, eventos, etc.) más influyentes, los más prestigiosos o con posiciones más centrales, así como definir cuál es el grado de cohesión de grupos de actores (en este caso en relación a los 28 alter o tipos de innovación).

Las variables con las que se trabaja en el ARS son de dos tipos, reticulares (estructurales) y atributivas (o de composición) (Wasserman y Faust, 2013). Las primeras se refieren a las relaciones o lazos entre egos y alter (si bien se pueden medir otro tipo de datos, por ejemplo, de tipo transaccional), mientras que las segundas son los atributos que caracterizan a los actores de la red (género, edad, ubicación, actividad socioeconómica, etc.).

Las redes sociales presentan otra característica, el *modo*. Este hace referencia al conjunto distintivo de entidades sobre las que se miden las variables. Por ejemplo, un grupo de agricultores de un área, son actores que proceden de un mismo conjunto. Se tratan, por tanto, de variables unimodales o de relación (también conocidas como redes de modo 1). Sin embargo, cuando las redes se centran en dos conjuntos de actores diferentes, o en un conjunto de actores y otro de eventos (organizaciones,

fuentes de información, etc.), estamos ante las denominadas redes bimodales o de modo 2.

Este tipo de redes permiten explorar las relaciones que surgen de la participación común en actividades u otros eventos sociales, y de ahí el interés que tiene su aplicación para el planteamiento que se hace en esta investigación para analizar la difusión de innovaciones: tenemos una red compuesta por un conjunto de egos, los productores, y un conjunto de alter, las innovaciones. No es necesario que haya una relación tangible o directa entre los egos. El sentido de red está en que, aunque los actores o egos puedan no tener vínculos directos entre sí, sí pueden estar vinculados, aunque sea indirectamente, porque participan o están vinculados a los mismos alter, en este caso innovaciones. Estas son, por tanto, el factor de conexión y vínculo entre los actores del sistema.

3.4. Medidas de centralidad en el análisis de redes sociales

El interés por el estudio en el ARS ha permitido el desarrollo de múltiples indicadores como el grado de centralidad, el grado medio, la densidad de la red, la cercanía o la intermediación, entre otros. En el presente estudio, además de los indicadores referentes a las dinámicas de innovación vistos anteriormente, se ha utilizado el grado de centralidad.

El grado de centralidad es un índice simple, que mide el número de conexiones que posee un nodo con los demás. Los nodos con mayor centralidad tienen un acceso más fácil y rápido al resto de nodos, y a la vez pueden ser nodos muy accesibles y, por tanto, fuente de recursos (o contactos) para otros actores.

Las relaciones pueden ser de salida (es decir, ser emisor de la relación), o de entrada (receptor de la misma). En el primer caso el indicador es el grado de salida (Out-degree), que es un indicador de la influencia que el emisor puede tener en el ecosistema en cuestión; por su parte, en las relaciones de entrada el indicador es el grado de entrada (In-degree), que es un indicador del prestigio que tiene el receptor en el ecosistema. Por tanto, el grado permite identificar nodos o actores con mayor influencia, así como aquellos con mayor nivel de prestigio (Everett y Borgatti, 2005: 32).

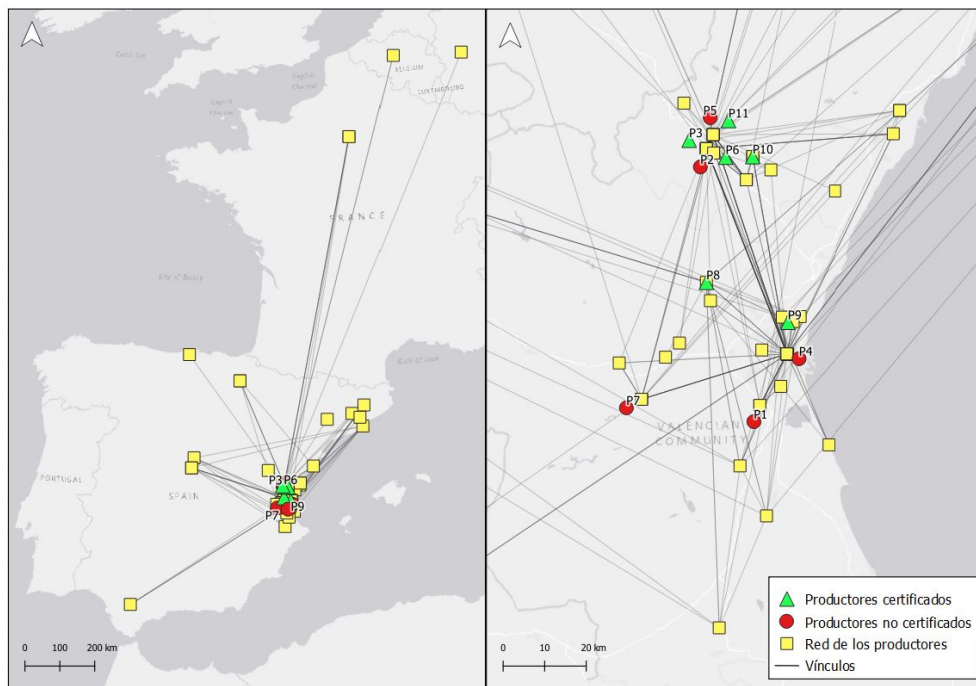
Para llevar a cabo el ARS, con enfoque egocéntrico, se ha elaborado la red personal de cada uno de los productores entrevistados, que se ha relacionado primero con nodos que han sido importantes para el productor en cuestión, como medio de difusión de innovaciones. Se ha trabajado con 11 tipos de nodos: Productores (P); Empresas (EM); Cooperativas (C); Instituciones -públicas- (IN); Grupos de consumo (GC); Centros de investigación (INV); Familiares y amigos (FA); Cursos, ferias y eventos similares (CF); Técnicos en AE (TEC); Otras organizaciones (ORG); Vecinos (V). El tratamiento de estas redes se ha llevado a cabo con el software UCINET (V.6.7).

4. Resultados: redes y difusión de innovaciones en la agricultura

Pese a que estamos ante una pequeña muestra de productores, destaca la amplitud de algunas de las redes personales de los productores, con contactos o puntos de origen de algunas de las innovaciones que han introducido en lugares como Francia o Bélgica, y muchos de ellos también con relaciones en Cataluña (Figura 2). Relaciones también destacadas surgen, fuera de la propia Comunidad Valenciana, con agentes de Madrid, Sevilla, País Vasco, Cantabria o Aragón. Este hecho pone de relieve la importancia de las redes personales y la reducida fricción de la distancia cuando se trata de buscar o acceder a innovaciones productivas.

A partir de estas redes de relaciones o vínculos entre los productores entrevistados y los actores o agentes que han definido como fuente de innovación, se han obtenido, en primer lugar, los diferentes indicadores que permiten analizar desde la tasa de adopción, su antigüedad, el índice de adopción o la rapidez de introducción de las innovaciones. En segundo lugar, se analiza el proceso de difusión de innovaciones teniendo en cuenta los tipos de innovación.

Figura 2: Distribución geográfica de los actores entrevistados y la red de innovaciones



Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y encuestas semiestructuradas a productores.

4.1. Tasas de Adopción y antigüedad de adopción, Índice de Adopción e Índice de Rapidez de Innovaciones

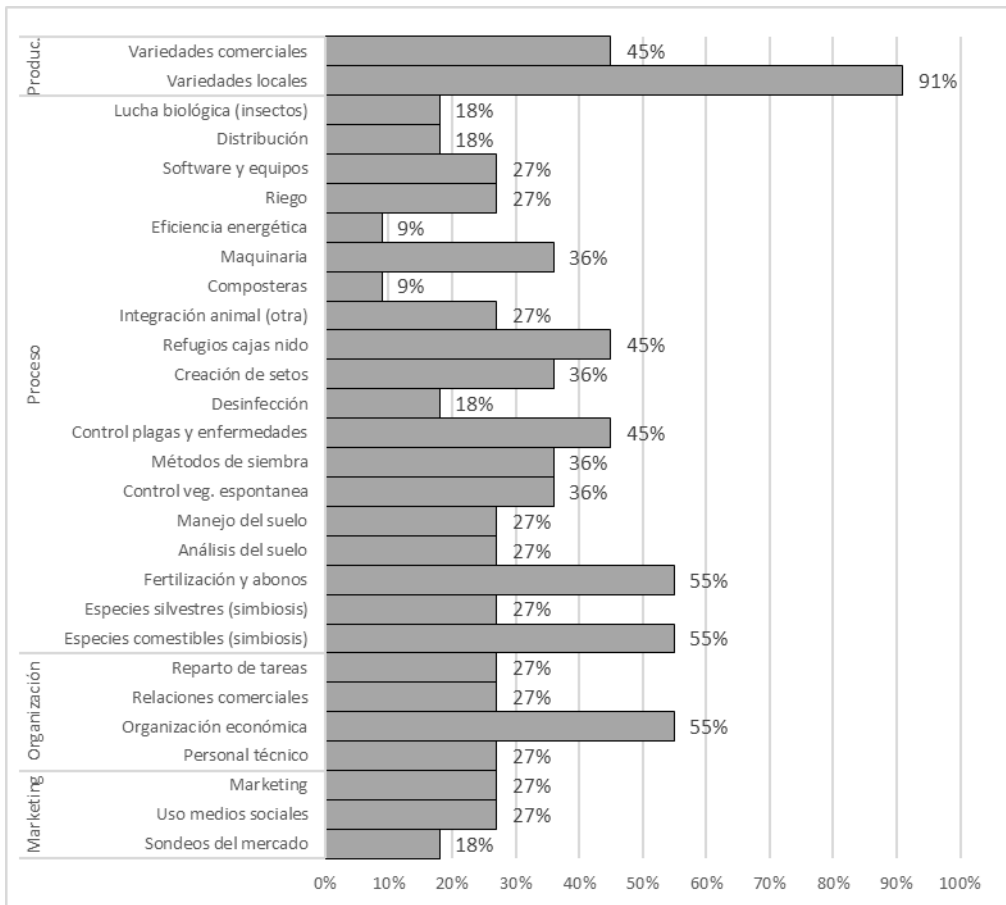
Las innovaciones que los productores han introducido con mayor frecuencia (Tasa de Adopción) se reflejan a través de la tasa de adopción (Figura 3). Destaca la introducción de variedades locales, a la que han recurrido prácticamente todos los entrevistados (en gran parte porque implican inversiones menos voluminosas), así como determinados tipos de asociación de cultivos y cambios en la organización económica (algo más de la mitad de los productores). La importancia de este último tipo de innovación se relaciona, en la mayor parte de los casos, con los vínculos que muchos productores tienen con grupos de consumo, lo cual supone una predisposición a introducir cambios en la producción, transformación y/o ventas en función de las demandas de temporada y de proximidad. En general, puede decirse que la inversión ligada a la adopción de innovaciones no constituye el principal factor limitante o que guía la toma de decisiones, como lo pone de relieve, por ejemplo, el hecho de que también algo más de la mitad hayan introducido abonos y fertilizantes no convencionales, y que implican inversiones significativas. Otras innovaciones presentes se relacionan con el control de plagas y enfermedades (42 % de los productores) o la introducción de maquinaria agrícola (36 %). Entre las innovaciones relevantes, pero con menor adopción, destacan las relacionadas con los estudios de mercado y sondeo antes de la venta (18 %).

Si se introduce la variable temporal, un interesante indicador deriva de comparar el año en el que una determinada innovación se introdujo por primera vez, y también por última vez. De esta forma es posible hacerse una idea más precisa del grado de implantación que tiene esa innovación (Figura 4). Como puede verse, hay varios tipos de innovaciones muy consolidadas. Vale la pena destacar las variedades locales, que han estado presentes desde los primeros momentos. Sin embargo, las variedades comerciales prácticamente dejan de introducirse hace aproximadamente una década. Este hecho cabría interpretarlo como una tendencia hacia el reforzamiento de esas variedades locales, vinculadas, como reconocen la mayor parte de los productores, a estrategias de venta de proximidad y de identificación de “local” con “calidad” y “saludable”, que tienen un importante éxito entre una buena parte de la demanda.

Otra innovación que se adoptó de manera casi paralela a la introducción de la agricultura ecológica fue el análisis de suelos, como un método para controlar que se trabaja con prácticas respetuosas ambientalmente. Sin embargo, lo que puede considerarse una práctica mucho más avanzada, el manejo del suelo, se incorpora más tardíamente. Para la agricultura ecológica y/o de productos de calidad (sin que necesariamente implique certificación), otras innovaciones han sido necesarias, y están ampliamente consolidadas, como la fertilización y abonado no convencional. Otras innovaciones se incorporaron más a finales de los años 90, y en su mayor parte se siguen utilizando (aunque el gráfico indica que algunos productores las acabaron por incorporar 10-12 años después). Entre estas destacan nuevos métodos de siembra o creación de setos protectores. Y en esta misma línea, innovaciones mucho más recientes son el control de plagas y enfermedades a través de métodos no

convencionales, así como la lucha biológica o los más recientes refugios de cajas nido. En el ámbito de la gestión, las innovaciones no se introdujeron de forma rápida. Así, el uso de medios sociales, el software y los equipos, mejoras en la organización económica de las explotaciones y mejoras en los mecanismos de distribución y marketing, pueden considerarse como parte de una segunda y más tardía ola de innovaciones, en su mayor parte introducidas en la primera década del siglo.

Figura 3. Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI).



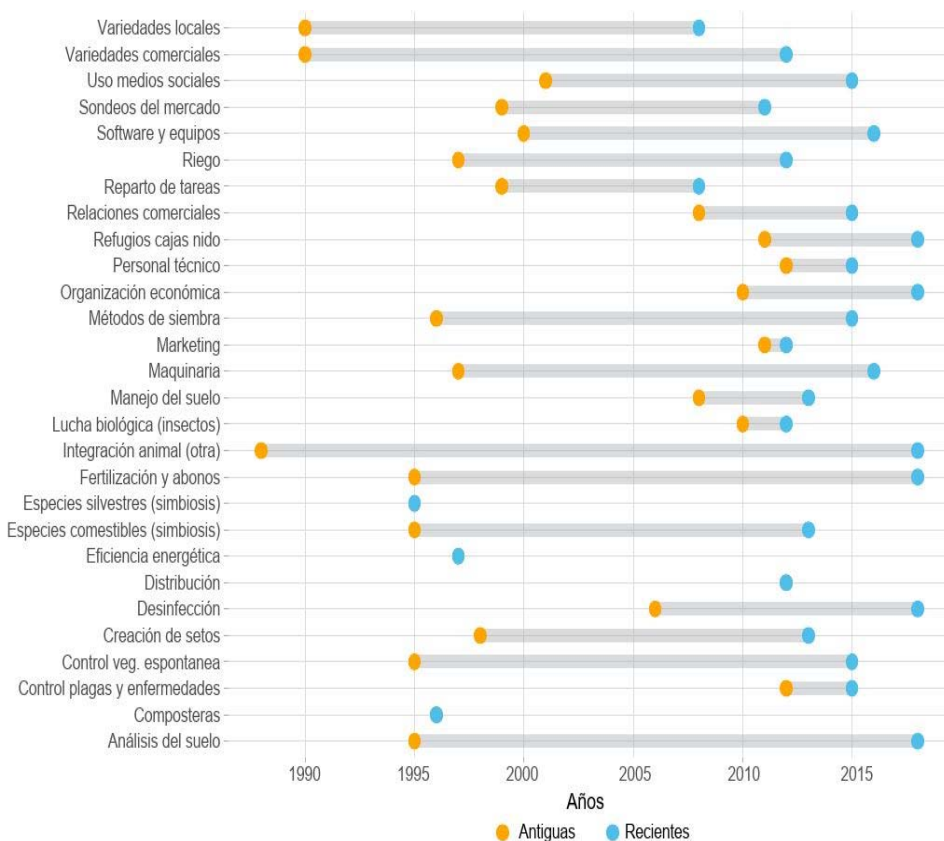
Fuente: Elaboración propia, a partir de entrevistas y encuestas semiestructuradas a productores.

El Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) es muy interesante, porque informa de la proporción de innovaciones que un determinado productor adopta de las que tiene a su disposición. Sin discriminar cuando se han adoptado las innovaciones, ni los tipos de cultivo, ni los tipos de innovación, el primer resultado es que los

productores han adoptado aproximadamente un tercio, como media, de las innovaciones disponibles ($InAI=0,32$). Entre productores hay una gran diversidad, de manera que algunas innovaciones son adoptadas por la gran mayoría, mientras que otras lo son por muy pocos.

Aunque este índice pueda parecer bajo, se puede considerar significativo dada la amplitud y diversidad de innovaciones que se están analizando, y que estamos hablando de productores que, aunque tengan un buen posicionamiento en sus ámbitos territoriales, no dejan de ser agricultores. Adicionalmente, se trata de cultivos con una elevada heterogeneidad, lo que dificulta que en todos ellos puedan introducirse todas las prácticas (por ejemplo, métodos de desinfección, son frecuentes para el arbolado tras la poda, pero no en cultivos hortícolas).

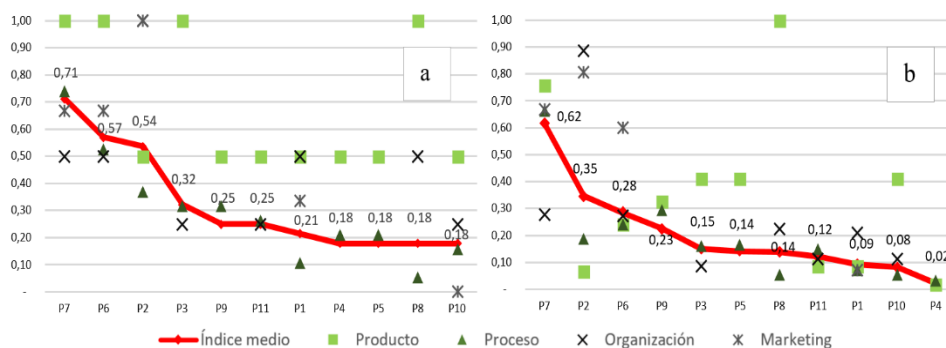
Figura 4. Año más reciente y más reciente de introducción de innovaciones.



Fuente: Elaboración propia, a partir de entrevistas y encuestas semiestructuradas a productores.

En la Figura 5a se muestra el InAI por cada productor, diferenciado por categorías de innovación. Así, P7 es el que más innovaciones ha adoptado ($\text{InAI}=0,71$). En su caso, además de innovaciones que son habituales para la gran mayoría, presenta la peculiaridad de que realiza un tipo de agricultura basada en la permacultura, donde se aplican técnicas simbióticas entre especies y donde se requiere una gran destreza en aplicación de técnicas a través de ensayo y error. Por tanto, ha debido introducir innovaciones específicas que tal vez no necesita mayoría de productores.

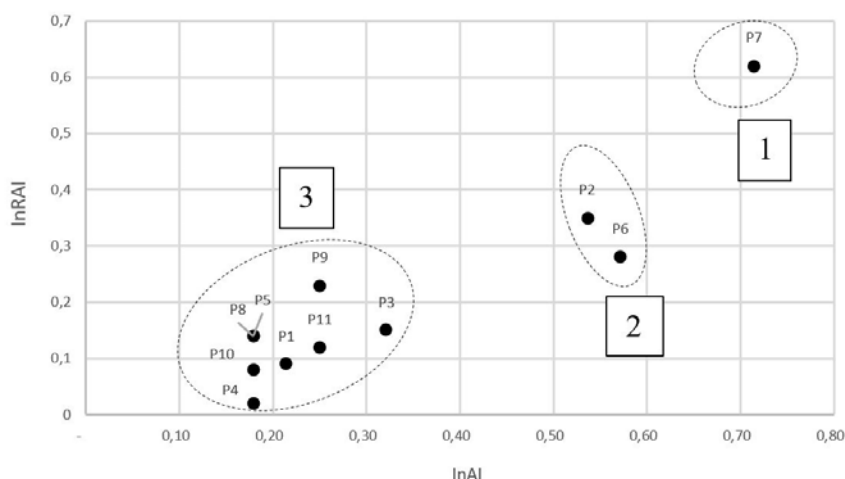
Figura 5. a) Índice de Adopción de Innovaciones; b) Índice de Rapidez de Innovaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, tanto los productores P2 como P6 desarrollan su actividad en el mismo municipio y ambos se dedican a la producción de aceite de oliva de alta calidad, teniendo ambos un Índice de Adopción elevado ($\text{InAI}=0,57$ y $\text{InAI}=0,54$, respectivamente). En el otro extremo el productor P10 responde a perfil con una comparativamente más baja predisposición a innovar. En su caso innova en la categoría de producto (maneja variedades de olivo locales), mientras que, en el resto de categorías, presenta valores bajos tanto en adopción de innovaciones como en la velocidad de adopción. El Índice de Rapidez de Innovaciones (InRAI) también aporta información de interés (Figura 5b). Aquí P7 vuelve a aparecer como innovador en las primeras fases y, en menor medida, P2. En este último caso se trata de un productor vinculado a la gestión de una cooperativa, que destaca especialmente en la categoría de “Organización” y “Marketing”. Estos dos productores son primeros adoptantes, por lo que si bien asumen más riesgos, también pueden obtener mayores ventajas derivadas de la adopción de las innovaciones. Se constituyen, también, en focos de generación o transmisión de innovaciones para otros potenciales productores, al menos en estas categorías.

Figura 6. Distribución de los indicadores InRAI e InAI.



Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas y encuestas semiestructuradas a productores.

Un análisis interesante se obtiene de la representación gráfica combinada de los dos índices, de adopción y de rapidez de innovaciones (Figura 6). Se obtienen claramente tres clusters bien diferenciados. Claramente el productor del cluster 1 es el primer adoptante, mientras que en el cluster 2 son seguidores y, en algunas prácticas, también primeros adoptantes. Pero lo significativo es que los adoptantes maduros se agrupan en el cluster 3. Estos se caracterizan por prácticas de agricultura ecológica menos diversificadas y por la menor asunción de riesgos. Son, efectivamente, productores que adoptan estrategias de mayor seguridad, e introducen innovaciones ya testadas en el territorio.

4.2. El proceso de difusión a través de las redes personales. Análisis según categorías de innovación

Como se ha señalado en la sección sobre metodología, uno de los indicadores más sencillos y útiles se refiere a la centralidad, que es la posición que ocupa cada uno de los actores en la red social. Aquí se trabaja con cuatro tipos de redes, correspondientes a las categorías de innovación previamente definidas (Figura 7). En la red referida a “Producto”, hay tres actores cuyo grado destaca sobre el resto (P3, P5 y P7), y en gran parte ello se debe a los vínculos con empresas, técnicos, cooperativas, e incluso vecinos.

Por su parte, en la red referida a “Proceso”, destacan varios productores fuertemente implicados en este tipo de actividades y, en este caso, activos en la incorporación de innovaciones en este ámbito: producción ecológica certificada de aceite de oliva (P6); producción ecológica de mermelada, además de otras

En la red social “Organización” destacan los grupos de consumo (GC2, GC4, GC3), que suponen un modelo de innovación social y económica en el sistema de ventas de la agricultura ecológica (con beneficios para consumidores y productores). Por último, la red de “Marketing” presenta una estructura débil, con escasas conexiones (e innovaciones). En ella destacan productores innovadores (P1, P2, P4 y P8), aunque con notables diferencias entre ellos. Así, P1 y P4 son productores que utilizan el marketing en internet para captar socios; P2 y P8 son empresas que apuestan por la venta de productos; para P1 y P4 las innovaciones en el marketing son introducidas por organizaciones y técnicos a modo de asesoramiento, mientras que P2 y P8 contratan empresas para tareas de marketing. Cabe diferenciar, además, un doble componente, formal e informal, con repercusiones en las subestructuras de la red.

5. Conclusiones y nuevos pasos en la investigación

En este trabajo se ha constatado el extraordinario auge que está teniendo la agricultura ecológica en la Unión Europea en general, y en España y en la Comunidad Valenciana en particular, y la proyección igualmente muy positiva en cuanto a la evolución tanto de la oferta como de la demanda en los próximos años. Si la introducción de la agricultura ecológica puede considerarse como una innovación, y está relacionada a su vez con un gran número de innovaciones específicas, de diverso tipo, es evidente que la difusión de estas innovaciones sigue siendo un ámbito de análisis de especial relevancia en las ciencias sociales.

En este contexto, el presente trabajo tiene, como se ha señalado, un carácter exploratorio, y entre sus objetivos está testar cómo pueden aplicarse, y en qué medida son útiles, las medidas de ARS para el estudio de esos procesos de difusión de innovaciones. La muestra que se ha utilizado, precisamente por este carácter exploratorio, es reducida. Sin embargo, los resultados que se han obtenido ponen claramente de relieve que estamos ante un enfoque muy potente para el análisis de la difusión de innovaciones.

Así, incluso con las limitaciones del estudio, se ha podido comprobar que una elevada Tasa de Adopción de Innovaciones cabe relacionarla con cuatro aspectos: la predisposición del productor a innovar y aceptación del riesgo; la facilidad de uso de la innovación (que dependerá de la complejidad de la técnica); el gasto e inversión necesaria para la adquisición e implementación de la innovación (como el empleo de maquinaria) y, por último, la frecuencia de uso (por ejemplo, la constante introducción de variedades de productos, tales como las semillas). Tanto el Índice de Adopción de Innovaciones como el Índice de Rapidez de Innovaciones también han demostrado ser útiles para definir con cierta precisión el comportamiento innovador de los productores y dónde se sitúan en la curva de adopción de innovaciones. Los resultados ponen de relieve que los índices elevados se corresponden con productores con un perfil más dinámico, y con estrategias de mayor riesgo, que se corresponde con el comportamiento de los primeros adoptantes.

Por otro lado, se ha detectado una clara disparidad entre las categorías o tipología de redes sociales, siendo la más débil la referida a “Marketing” (12 nodos), lo que pone de relieve que son las innovaciones sobre las que, al menos en esta muestra de productores, estos son menos propensos a su introducción. Por el contrario, sí están muy implicados en todo lo referido a innovaciones de “Proceso” (66 nodos). Aquí puede verse también la lógica de los Centros de Investigación, las Instituciones públicas y el papel de los Técnicos como grupos o tipos de agentes especialmente relevantes en la difusión de este tipo de innovaciones. De la misma manera, en la red de “Organización” observamos un destacado protagonismo de los Grupos de Consumo, que constituyen uno de los elementos vertebradores de la innovación, tanto a nivel económico, social, como de introducción de nuevas prácticas (debido a la necesaria adaptación para responder adecuadamente a la demanda por parte de estos colectivos).

Otras conclusiones importantes se refieren, en primer lugar, a la combinación entre la dedicación del productor, el enfoque productivo y empresarial y el tamaño de la explotación. Esta puede estar relacionada tanto con la presencia de redes de difusión más sólidas como con un mayor índice de adopción y rapidez de innovaciones. En segundo lugar, es de mencionar la importancia de los Centros de Investigación para el asesoramiento y la difusión de conocimiento en las innovaciones de “Proceso”, donde mayoritariamente se asesora sobre el control de plagas y enfermedades. Por último, cabe señalar que el entorno local de los productores (“Familia y Amigos” y “Vecinos de la zona”) permite concluir que la agricultura continúa teniendo un componente generacional y de arraigo territorial. Tanto es así que, los “Vecinos”, agricultores del mismo municipio u otros colindantes, siguen siendo una importante fuente de conocimiento en la difusión de prácticas agrícolas y transmisión de conocimiento, especialmente importante de cara a la recuperación de variedades locales, cada vez más apreciadas y presentes en los circuitos cortos.

Ciertamente un estudio exploratorio como el presente no puede considerarse como un estudio cerrado, antes al contrario, abre una gran cantidad de puertas que han de continuar analizándose en próximas investigaciones. Será necesario, en esas investigaciones, trabajar con muestras más amplias, que permitan descender al detalle para contrastar si determinados factores pueden ser igualmente relevantes a la hora de explicar los diferentes comportamientos innovadores. Se ha de analizar, por ejemplo, los comportamientos en función de muestras de tipologías de cultivos amplias y diversas, territorios más diversos, el papel de la edad y otras características personales de los productores, como la formación, etc. Y para esos análisis en torno al estudio de la difusión de innovaciones en la agricultura, ha quedado demostrado que el enfoque metodológico del ARS puede ser muy útil.

6. Referencias bibliográficas

- Avolio, G., Blasi, E., Cicatiello, C. y Franco, S. (2014): The drivers of innovation diffusion in agriculture: evidence from Italian census data. *Journal on Chain and Network Science*, 14(3), 231-245.
- Borgatti, S. P., y Everett, M. G. (1992): Regular blockmodels of multiway, multimode matrices. *Social networks*, 14(1-2), 91-120.
- Comisión Europea (2020): La Comisión presenta medidas para impulsar la producción ecológica. Recuperado de: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_21_1275 (Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021)
- Dettmer, J., y Reyna, A. (2014): El análisis de redes sociales y su aplicación al campo de las Ciencias Sociales. IV Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales, 28.
- ECOVALIA (2020): Informe anual de la Producción Ecológica en España. Asociación Valor Ecológico. Recuperado de: [https://www.ecovalia.org/digicom/memoria/InformeAnual20_Ecovalia\(def\).pdf](https://www.ecovalia.org/digicom/memoria/InformeAnual20_Ecovalia(def).pdf) (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2021)
- Esparcia, J. (2014): Innovation and networks in rural areas. An analysis from European innovative projects. *Journal of Rural Studies*, 34, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.12.004>
- Esparcia, J. (2017): Capital social y desarrollo territorial: redes sociales y liderazgos en las nuevas dinámicas rurales en España. (Recuperado de <http://tdx.cat/handle/10803/457367>)
- Esparcia, J., Noguera, J., y Ferrer, V. (2003): La innovación empresarial y la difusión como nuevos factores de desarrollo territorial. Una comparación entre dos áreas geográficas de diferente accesibilidad. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 36: 149-160.
- Etemad, H. y Chu, H. (2004): The dynamic impact of regional clusters on international growth and competition: some grounded propositions, en Hamid Etemad (editor), *International entrepreneurship in small and medium size enterprises*. Orientation, environment and strategy, UK, Edward Elgar, pp. 39-56.
- EUROSTAT (2018): Organic farming statistics. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/eurostat> (Fecha de consulta: 1 de septiembre de 2018).
- EUROSTAT (2020): Organic farming statistics. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/eurostat> (Fecha de consulta: 15 Abril de 2021).
- EUROSTAT (2021): Organic farming statistics. *Statistics Explained* (Fecha de consulta: 17 de marzo, 2021). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Organic_farming_statistics#Key_messages
- Everett, M., y Borgatti, S. P. (2005): Ego network betweenness. *Social networks*, 27(1), 31-38.
- Gómez J., Faura, U., y Carmona, M. (2007): La difusión de la agricultura ecológica en Europa. *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, (11), 71-92.
- Gómez, J. y Carmona, M. (2003): Modelos de difusión de innovaciones. Aplicación a la agricultura ecológica en España. In *Anales de economía aplicada 2003* (p. 208). Asociación Española de Economía Aplicada, ASEPELT.

- Hägerstrand, T. (1967): *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hanneman, R. A., y Riddle, M. (2005): *Introduction to social network methods*, published in digital form at <http://faculty.ucr.edu/~hanneman>. Riverside CA: University of California.
- Hoggart, K. y Paniagua, A. (2001): What rural restructuring? *Journal of Rural Studies*, 17(1): 41-62. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(00\)00036-X](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(00)00036-X)
- IFOAM. (2018): *Organic farming in Europe*. Recuperado de: <https://www.organicseurope.bio/about-us/organic-in-europe/> (Fecha de consulta: 13 marzo de 2021)
- Lozares, C., Lopez-Roldán, P., Bolibar, M., y Muntanyola, D. (2007): La estructura de las medidas globales de centralidad de las redes personales. *Centre d'Estudis Sociològics sobre la Vida Quotidiana i el Treball (QUIT)*, Departamento de Sociología, Universitat Autònoma de Barcelona.
- MAPA (2020): Avance de datos provisionales de producción ecológica 2019 en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/prensa/200709avancedatosproduccioneco2019_tcm30-541114.pdf (Fecha de consulta: 18 de diciembre, 2020)
- MAPA (2020b): Análisis de la caracterización y proyección de la producción ecológica en España en 2019. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/produccion-eco/2019_tcm30-559142.pdf (Fecha de consulta: 13 de marzo de 2021).
- MAPA (2021): *Estrategia para la Producción Ecológica 2018-2020*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/produccion-eco/estrategiaproduccionecologica2018-2020_tcm30-440543.pdf (Fecha del consulta: 31 de marzo de 2021).
- Marsden, P. V. (2002): Egocentric and sociocentric measures of network centrality. *Social networks*, 24(4), 407-422.
- Morgan, K. y Murdoch, J. (2000): Organic vs. conventional agriculture: knowledge, power and innovation in the food chain. *Geoforum*, 31 (2000), pp. 159-173.
- OCDE. (2006): *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre Innovación* Madrid: EUROSTAT.
- Ovalle-Perandones, M. A., Olmeda-Gómez, C., y Perianes-Rodríguez, A. (2010): Una aproximación al análisis de Redes egocéntricas de colaboración interinstitucional. *Revista hispana para el análisis de redes sociales* vol. 19, No. 8, pp. 169-190
- Padel, S. (2001): Conversion to organic farming: A typical example of the diffusion of an innovation? *Sociologia Ruralis*, 41(1), 40-61. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00169>
- Parlamento Europeo (2018): *Agricultura ecológica en la UE: nuevas reglas más estrictas (infografía)*. (Fecha de consulta: 1 de septiembre de 2020) Recuperado de: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180404STO00909/agricultura-ecologica-en-la-ue-nuevas-reglas-mas-estrictas-infografia>
- Perry, B. L., Pescosolido, B. A., y Borgatti, S. P. (2018): *Egocentric network analysis: foundations, methods, and models*. Recuperado de <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5791267>

- Rendón, R., Jorge, A., Manrubio, M., y Cárdenas, J. R. (2007): Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: el uso de redes sociales (1.a ed.). Chapingo, Estado de México, México: Universidad Autónoma Chapingo-Ciastaam/PIIAI.
- Rivera, M. (2005): La agricultura ecológica: una oportunidad para el desarrollo rural de la comunidad valenciana. *Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario*, 9, 95-102.
- Rogers, E.M. (2003): *Diffusion of Innovations*. 5th Edition. The Free Press, New York.
- Ryan, B., y Gross, N. C. (1943): The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities. *Rural Sociology*, 8(1), 15.
- Simin, M.T. y Jankovic, D. (2014): Applicability of diffusion of innovation theory in organic agriculture. *Economics of Agriculture*, 61(2), 517-529.
- Valente, T. W. (2005): Network Models and Methods for Studying the Diffusion of Innovations. En P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (Eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis* (pp. 98-116). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811395.006>
- Wasserman, S., y Faust, K. (2013): *Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones*. Centro de Investigaciones Sociológicas. (1ª ed. 1994).
- Wheeler, S.A. (2008): The barriers to further adoption of organic farming and genetic engineering in Australia: views of agricultural professionals and their information sources. *Renewable agriculture and food systems*, 2008, p. 161-170.
- Woods, M. (2005): *Rural Geography Processes, Responses and Experiences in Rural Reconstructing*. Sage, London (2005).

8. **Artículo 3: Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia de la COVID-19.**

Article 3: Changes in demand and adaptation strategies in sustainable agricultural production during COVID-19 pandemic lockdown

7. Artículo 3. Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19

8.1 Introducción, justificación y objetivos

El impacto de la pandemia de COVID-19 en la economía mundial generó una perturbación sin precedentes y afectó a varios sectores, incluyendo la industria agroalimentaria (FAO, 2020). Esto ocasionó una crisis de dimensiones económicas, sociales y políticas (Lioutas & Charatsari, 2021). La mayoría de los países, siguiendo las instrucciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud), introdujeron medidas de distanciamiento social y restricciones de movilidad, llevando al cierre de mercados, escuelas y otros eventos sociales (de Paulo Farias y Dos Santos Gomes, 2020; Laguna et al., 2020). Las cadenas globales y regionales de alimentación se vieron afectadas por las restricciones, afectando tanto al consumo como a la producción de productos agrarios (FAO, 2020; IPES-FOOD, 2020; Middendorf et al., 2021; O'Hara et al., 2021).

Muchos consumidores se vieron perjudicados por el cierre de mercados en parques y plazas (FAO, 2020), lo que supuso cambios en los patrones de (O'Hara et al., 2021). Estos cambios podrían explicarse por el temor al contagio, pero también lo fueron en las preferencias personales, y afectaron igualmente los ingresos de los hogares y el efecto de los precios (Cranfield, 2020). Además, una de las preocupaciones más importantes entre los consumidores fue el pánico ante las compras, por temor al desabastecimiento (Jámbor et al., 2020). De esta manera, los consumidores disminuyeron la frecuencia de compra en tiendas físicas y aumentaron las compras por internet, pero también recurriendo a canales agroalimentarios alternativos para la compra de productos ecológicos, así como compras directas a los productores agrarios (Chenarides et al., 2021).

Ante la situación de emergencia global, los productores también tuvieron que adaptarse a aspectos como la escasez de materias primas e insumos agrarios y la falta o escasez de mano de obra, debido a las restricciones de movilidad (Middendorf et al., 2021; O'Hara et al., 2021). Sin embargo, la situación a la que se enfrentaban los agricultores era diferente en función del tipo de productos, servicios o agentes en el flujo de la red de cadenas alimentarias (Moyano, 2020). La crisis obligó a los productores agrarios a buscar nuevas formas de innovación para adaptarse. Algunos estudios que analizaron la capacidad de adaptación en el contexto de la COVID-19 destacaron la importancia de la innovación colaborativa (Prosser et al., 2021), así como un uso más frecuente de plataformas digitales para la venta de productos frescos (Lioutas y Charatsari, 2021; Lopez-Ridaura et al., 2021).

En este contexto, en el presente trabajo se plantean dos cuestiones básicas, que constituyen los dos objetivos centrales. En primer lugar, analizar qué cambios se han producido en los hábitos de consumo de los españoles durante el confinamiento y, en segundo lugar, en qué medida el confinamiento ha afectado a los productores agrarios y cómo han respondido estos a la situación de emergencia. Para responder a ello, el primer objetivo va a ser el análisis de los cambios en esos hábitos de consumo, en relación a la demanda, los precios y los establecimientos de venta de frutas y verduras frescas. Por su parte, el segundo objetivo va a ser el análisis de los datos derivados de una encuesta a una muestra de agricultores valencianos, todos ellos trabajando en lo que podemos definir como prácticas sostenibles (bien la producción ecológica, o bien sistemas más integrados

7. Artículo 3. Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19 y próximos al enfoque de la agroecología). Previamente al análisis de resultados, se lleva a cabo una contextualización en la literatura tanto sobre los avances hacia sistemas de producción más sostenibles como la referida a la adaptación de estos sistemas a las derivadas de la COVID-19.

8.2 Resultados principales

A partir de una muestra amplia (12.500 hogares), el Panel de consumo alimentario del MAPA (2023), pone de relieve el significativo aumento de consumo total de alimentos a lo largo de 2020, con un máximo en abril, justo el primer mes de confinamiento completo (un 38 % más que en el mismo mes del año anterior). Por su parte, el consumo de frutas y hortalizas frescas creció en el mismo mes en proporciones incluso superiores (50 % y 41 % respectivamente). Todo ello se vio reflejado en los precios, incluso durante los meses previos al confinamiento.

Se produjeron igualmente cambios significativos en la tipología de las ventas, como reflejan las referidas a frutas y verduras frescas. Así, durante el mes de abril de 2020 (en relación al mismo mes de 2019) el volumen de ventas por internet aumentó en un 345 %, seguidas de lejos, pero aún de forma significativa, por los hipermercados (45 %) y la venta directa (24 %). Sin embargo, el confinamiento perjudicó de manera muy clara a los mercadillos (-84 %) y a los mercados locales permanentes (-18%), muy habituales en las ciudades de tamaño medio (MAPA, 2023).

Si se analiza con mayor detalle los cambios en las formas de venta de frutas y verduras en los años 2019-2020 y 2020-2021 (Tabla 10), destacan varios hechos y tendencias. En primer lugar, se confirma que, durante la pandemia las formas de venta de mayor crecimiento fueron la venta a domicilio, la venta por internet (con un crecimiento sostenido más destacado) y la compra directa a los productores; en segundo lugar, el fuerte retroceso inicial de la venta en mercados fijos, y la lenta recuperación posterior; en tercer lugar, a diferencia de la venta en mercados y plazas, en los hipermercados y fruterías-verdulerías la caída fue más intensa, pero también tuvieron una recuperación más rápida; en cuarto lugar, en la misma línea que los hipermercados, los supermercados y similares es donde el impacto fue mucho más intenso, con gran diferencia, e igualmente son los que con la misma rapidez, meses después, recuperaron su posición central, e incluso mejorándola (porque reforzaron sus canales de venta a través de internet). Es de destacar, por último, que la caída de las ventas en mercadillos ambulantes fue menos intensa (probablemente por tratarse de canales comerciales más cortos), y que también prácticamente recuperaron su posición tras los primeros meses de pandemia.

Tabla 10. Participación en el mercado de frutas y verduras según la forma de venta (*)

Forma de venta	2019 - 2020	2020 - 2021	2019 - 2021
Venta a domicilio	2,4 %	-0,9 %	1,5 %
Internet (e-commerce)	1,8 %	0,8 %	2,6 %

7. Artículo 3. Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19

Compra directa	1,1 %	-0,8 %	0,3 %
Economato/cooperativa	0,7 %	-0,2 %	0,5 %
Autoconsumo	0,6 %	0 %	0,6 %
Herboristerías	-1 %	1,2 %	0,3 %
Resto de canales	-8,6 %	5 %	-3,7 %
Mercadillos/ambulantes	-9,4 %	9,3 %	-0,1 %
Mercados y plazas	-19,9 %	6,9 %	-13, %
Hipermercado	-25,9 %	27,1 %	1,2 %
Verdulería/frutería	-30,7 %	29 %	-1,7 %
Tienda descuento	-39,6 %	41,4 %	1,8 %
Supermercados/autoserv.	-82,5 %	81,4 %	-1,1 %

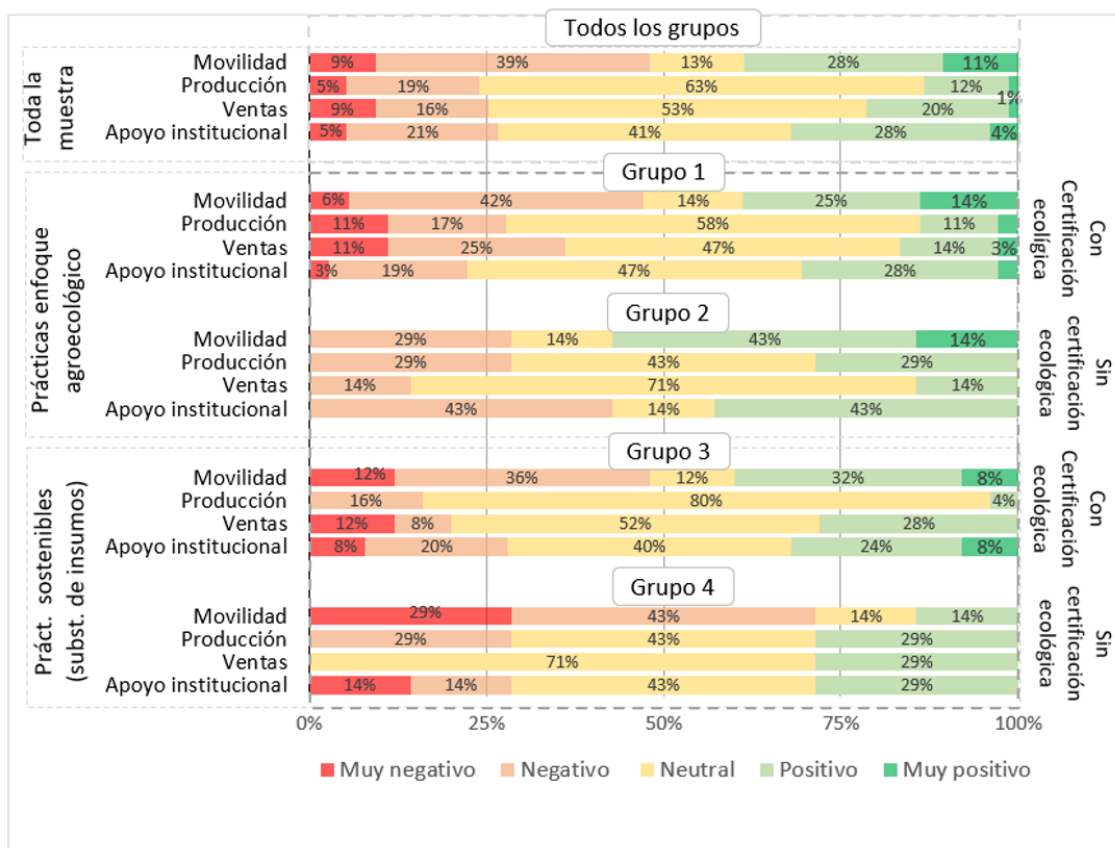
(*): datos tomados en el mes de abril de cada año.

Fuente: Panel de consumo alimentario (MAPA, 2023)

4.2 El impacto de la COVID-19 en la producción agraria sostenible: el ejemplo de los productores valencianos

Como se ha señalado, para analizar la percepción de los productores agrarios sobre el impacto y el apoyo institucional para abordar los efectos del confinamiento, se llevó a cabo una encuesta entre productores agrarios valencianos, caracterizados todos ellos por su alejamiento de la agricultura convencional tradicional, y por un cierto nivel de concienciación sobre la necesidad de introducir prácticas agrarias más sostenibles que, en algunos casos, responden a un enfoque agroecológico, más allá incluso de la pura certificación ecológica. Combinando los dos principales criterios, disponibilidad o no de certificación ecológica, y mayor o menor proximidad al enfoque agroecológico, se obtienen cuatro categorías principales (Figura 20):

Figure 20. Percepción de productores agrarios sobre los efectos del confinamiento sobre la movilidad, producción, ventas y apoyo institucional recibido para abordarlos.



Fuente: elaboración propia a partir de encuesta a productores agrarios en la Comunidad Valenciana (mayo – julio de 2020).

- 1) Grupo 1. Agricultores próximos al enfoque agroecológico que, a su vez, cuentan con la certificación de agricultura ecológica (48 % de la muestra).
- 2) Grupo 2. Agricultores próximos al enfoque agroecológico, pero que, en su mayor parte de manera voluntaria, rehúyen la certificación ecológica, por no considerarla suficiente ni acorde con una concepción más global de la agroecología (9 % de la muestra).
- 3) Grupo 3. Agricultores que se alejan del enfoque agroecológico, pero que cuentan con la certificación de agricultura ecológica (33 % de la muestra).
- 4) Grupo 4. Agricultores que simplemente han empezado a tomar conciencia sobre la necesidad de introducir prácticas agrarias más sostenibles (9% de la muestra). Algunos de las prácticas que desarrollan se asocian agricultura por sustitución de insumos.

En la Figura 20 se recogen las valoraciones con relación a la movilidad de los propios productores, los efectos sobre su producción y sus ventas, y la valoración sobre el apoyo institucional recibido durante aquellos meses para responder en mejores condiciones al reto del confinamiento y sus efectos.

8.3 Conclusiones y cuestiones pendientes

En la literatura internacional se destaca, incluso con profusión, que el sector agrario ha tenido, en general, una elevada resiliencia ante el shock de la crisis de la COVID-19, especialmente los efectos negativos derivados del confinamiento y las restricciones a la movilidad, sobre todo los relacionados con los cambios en la demanda y la subida de precios (Altieri y Nicholls, 2020; Durant et al., 2023; Escobar-López et al., 2021). Efectivamente, el sector agrario en general, y los agricultores en particular, se organizaron con cierta rapidez e introdujeron cambios para dar respuesta a las nuevas necesidades y el nuevo escenario (Perrin y Martin, 2021; Snow et al., 2021), y en algunos casos se destaca incluso el impacto limitado que la COVID-19 tuvo en la producción y entrega de alimentos (Meuwissen et al., 2021). Nuestros resultados, centrados en productores con una clara concienciación previa sobre las prácticas sostenibles en la agricultura, están, en líneas generales, en consonancia con lo que señala la bibliografía internacional, si bien también nos han permitido detectar situaciones diferentes en función de la situación de los diferentes grupos de productores.

En este sentido, cabe destacar que la pandemia ha reforzado tendencias previas en España, donde se partía de una importante consolidación y desarrollo de la producción sostenible, en particular la de carácter ecológico. Esto se refleja en los datos disponibles, que ponen de relieve un aumento y presencia creciente de agricultores y superficie dedicada a este tipo de agricultura. Adicionalmente, nuestros resultados ponen de relieve que hay también un segmento muy importante de agricultores caracterizados por desarrollar prácticas agrarias sostenibles, en el marco del enfoque agroecológico.

En mayor o menor medida, buena parte de estos segmentos de agricultores tienen una tradición de introducción y adopción de innovaciones, técnicas, organizativas, en los procesos y en los productos que los hace resilientes ante las crisis. El sistema productivo agroalimentario presenta un amplio segmento de agricultores bien articulados e integrados en cadenas comerciales, que venían introduciendo innovaciones y que reaccionaron muy bien a los cambios. Así, como señala Moyano (2020) muchos introdujeron o aprovecharon las innovaciones digitales de cara a la venta directa, cuando previamente tenían una menor presencia en estos canales de venta.

Otro tipo de innovaciones se centraron en el propio desarrollo y consolidación de los sistemas alternativos locales. Esto ocurrió para un significativo segmento de agricultores (con explotaciones de mediano y pequeño tamaño), vinculados al enfoque agroecológico. A priori, su integración en sistemas locales constituía una fortaleza, y era de esperar que les permitiese algunas ventajas.

Las estrategias de adaptación a la crisis de la COVID-19 no dejaron de ser de corto plazo. Sin embargo, prácticamente todos los segmentos de los agricultores estaban inmersos en estrategias de medio y largo plazo, bien de desarrollo y consolidación de prácticas bajo el enfoque agroecológico, con sus ventajas (enraizamiento en sistemas territoriales locales, venta directa y cadenas cortas, etc.) y sus inconvenientes (acceso más limitado a

circuitos comerciales más potentes y desarrollados, canales de venta internacional, etc.), o bien de consolidación como productores con certificación ecológica, también con sus ventajas (canales de comercialización y venta más desarrollados, elevada demanda y buenos precios, etc.) e inconvenientes (inversiones importantes a medio y largo plazo, cumplimiento de mecanismos de control rigurosos, etc.) (Abbasi et al., 2019; Mesa & Esparcia, 2021). En una perspectiva de largo plazo, para todos ellos, cada segmento en su particular ámbito de actuación, estas prácticas sostenibles constituyen una apuesta sólida, de futuro, que suponen en sí mismas una innovación importante con relación a los sistemas agrarios convencionales.

Son necesarias investigaciones complementarias, que permitan un seguimiento y análisis de en qué medida la salida de la pandemia nos ha devuelto a la “casilla de salida”, o bien ha introducido algunos elementos que estén contribuyendo a una cierta reconfiguración, por ejemplo, en las estrategias productivas y/o canales de comercialización de los diferentes segmentos de productores agrarios. Lo que sí parece claro y sin vuelta atrás es que ha habido un salto cualitativo y cuantitativo en la demanda de los consumidores de productos provenientes de prácticas agrarias sostenibles, bien la propia agricultura certificada como ecológica o bien la agricultura que responde más al enfoque agroecológico. Se habrán de estudiar con detalle, por ejemplo, hasta qué punto la capacidad de adaptación de los agricultores que aprovecharon redes informales de colaboración ha derivado en estructuras más formales, más competitivas, con nuevos socios comerciales y mercados. En definitiva, son necesarios más estudios sobre en qué medida la pandemia ha activado cambios en los modos de producción, o está acelerando prácticas más sostenibles en diferentes sistemas de cultivo, o la introducción o desarrollo de más innovaciones en los sistemas productivos y de comercialización y venta. Un último aprendizaje de la pandemia debería referirse a las políticas agrícolas, que habrían de prestar más atención a la mejora de la resiliencia de los diferentes sistemas productivos, con especial atención a aquellos más comprometidos con el enfoque agroecológico y su dimensión social y territorial.

8.4 Artículo



Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19¹

Rafael Mesa Manzano²; Javier Esparcia Pérez³

Recibido: 14 de mayo del 2022 / Enviado a evaluar: 17 de mayo del 2022 / Aceptado: 24 de enero del 2023

Resumen. La pandemia ha supuesto un verdadero shock, también en los mercados de productos agrícolas sostenibles. En este artículo se analizan, en primer lugar y a través de datos secundarios, los cambios en los patrones de consumo de productos agrícolas frescos de los españoles durante la pandemia por la COVID-19, así como los cambios en la tipología de canales y tipos de establecimientos de compra. En segundo lugar, con datos primarios (encuestas y entrevistas) se analiza la percepción que una muestra de agricultores valencianos (vinculados a producciones sostenibles) tiene respecto del impacto del confinamiento, y sus estrategias de respuesta y adaptación. Los resultados ponen de relieve, por el lado de los consumidores, cambios en los hábitos de consumo (compra directa y por internet, mayor calidad) y, por el lado de los productores, estrategias diferenciadas, con efectos igualmente diferentes según el entorno productivo de partida (agricultura ecológica certificada frente a prácticas sostenibles) o el tiempo transcurrido (respuesta en los primeros momentos del confinamiento, frente a la que pudieron dar transcurridos unos meses).

Palabras clave: COVID-19, agricultura sostenible, agricultura ecológica, innovación, adaptación, confinamiento.

[en] Changes in demand and adaptation strategies in sustainable agricultural production during COVID-19 pandemic confinement

Abstract. The pandemic has been a real shock, also in the markets for sustainable agricultural products. This article analyses, firstly and through secondary data, the changes in the consumption patterns of fresh produce of Spaniards during the COVID-19 pandemic, as well as the changes in the typology of channels and types of purchasing establishments. Secondly, primary data (surveys and interviews) are used to

¹ Este trabajo forma parte del proyecto de Investigación AICO/2021/104, financiado por la Generalitat Valenciana.

² Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. Universitat de València (España).
E-mail: rafael.mesa@uv.es

³ Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. Universitat de València (España).
E-mail: javier.esparcia@valencia.edu

analyse the perception that a sample of farmers from Valencia (linked to sustainable production) have of the impact of confinement, and their response and adaptation strategies. The results highlight, on the consumers' side, changes in consumption habits (direct and internet purchases, higher quality, etc.) and, on the producers' side, differentiated strategies, with equally different effects depending on the initial production environment (certified organic farming versus sustainable practices) or the time elapsed (response in the first moments of confinement versus the response they were able to give after a few months), among others.

Keywords: COVID-19; sustainable agriculture; organic farming; innovation; adaptation; confinement.

[fr] Changes in demand and adaptation strategies in sustainable agricultural production during confinement due to the COVID-19 pandemic

Résumé. La pandémie a été un véritable choc, également sur les marchés des produits agricoles durables. Cet article analyse, premièrement et à travers des données secondaires, les changements dans les habitudes de consommation de produits agricoles frais chez les Espagnols pendant la pandémie de COVID-19, ainsi que les changements dans la typologie des canaux et des types d'établissements d'achat. Deuxièmement, avec des données primaires (enquêtes et entretiens), la perception qu'un échantillon d'agriculteurs valenciens (liés aux productions durables) a concernant l'impact du confinement, et leurs stratégies de réponse et d'adaptation, est analysée. Les résultats mettent en évidence, du côté des consommateurs, des changements d'habitudes de consommation (achat direct et internet, qualité supérieure) et, du côté des producteurs, des stratégies différenciées, avec des effets tout aussi différents selon l'environnement productif de départ (agriculture biologique certifiée versus pratiques durables) ou le temps écoulé (réponse dans les premiers instants du confinement, par rapport à ce qu'ils pourraient donner au bout de quelques mois).

Mots clés: COVID-19; agriculture durable; agriculture biologique; innovation; adaptation; confinement.

Cómo citar. Mesa Manzano, R. y Esparcia Pérez, J. (2023): Changes in demand and adaptation strategies in sustainable agricultural production during confinement due to the COVID-19 pandemic. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 43(1), 109-132.

Sumario. 1. Introducción. 2. El marco para el análisis: de los avances hacia producciones más sostenibles al impacto y adaptación a la crisis de la COVID-19. 2.1. De la producción agraria convencional a la producción alternativa. 2.2. Impacto de la COVID-19 en la agricultura y los procesos de adaptación de los sistemas agrarios sostenibles. 3. Materiales y métodos. 4. Resultados: el impacto de la covid-19 en las estrategias de consumidores y productores. 4.1. Cambios en las pautas de consumo. 4.2. El impacto de la COVID-19 en la producción agraria sostenible: el ejemplo de los productores valenciano. 5. Discusión y conclusiones. 6. Agradecimientos. 7. Referencias bibliográficas.

1. Introducción

En el año 2020, la pandemia por la COVID-19 causó una perturbación de la economía mundial hasta el momento desconocida, generando un impacto global en numerosos sectores económicos, entre ellos el agroalimentario (FAO, 2020). Esto generó una crisis de dimensiones económicas, sociales y políticas (Lioutas y Charatsari, 2021). La mayoría de los países, siguiendo las instrucciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud), introdujeron medidas de distanciamiento social y restricciones de movilidad, llevando al cierre de mercados, escuelas y otros eventos sociales (de

Paulo Farias y Dos Santos Gomes, 2020; Laguna et al., 2020). Las cadenas globales y regionales de alimentación se vieron afectadas por las restricciones, afectando tanto al consumo como a la producción de productos agrarios (FAO, 2020; IPES-FOOD, 2020; Middendorf et al., 2021; O'Hara et al., 2021).

Muchos consumidores se vieron perjudicados por el cierre de mercados en parques y plazas (FAO, 2020), lo que supuso cambios en los patrones de consumo (O'Hara et al., 2021). Estos cambios podrían explicarse por el temor al contagio, pero también lo fueron en las preferencias personales, y afectaron igualmente los ingresos de los hogares y el efecto de los precios (Cranfield, 2020). Además, una de las preocupaciones más importantes entre los consumidores fue el pánico ante las compras, por temor al desabastecimiento (Jámbor et al., 2020). De esta manera, los consumidores disminuyeron la frecuencia de compra en tiendas físicas y aumentaron las compras por internet, pero también recurriendo a canales agroalimentarios alternativos para la compra de productos ecológicos, así como compras directas a los productores agrarios (Chenarides et al., 2021).

Ante la situación de emergencia global, los productores también tuvieron que adaptarse a aspectos como la escasez de materias primas e insumos agrarios y la falta o escasez de mano de obra, debido a las restricciones de movilidad (Middendorf et al., 2021; O'Hara et al., 2021). Sin embargo, la situación a la que se enfrentaban los agricultores era diferente en función del tipo de productos, servicios o agentes en el flujo de la red de cadenas alimentarias (Moyano, 2020). Así mismo, el tipo de cultivo y sistema de producción agrícola (intensiva, extensiva, convencional o ecológica), pudo verse afectada de manera diferente por la situación excepcional de la pandemia (Briz et al., 2020; Polancos y Jiménez, 2020). La crisis obligó a los productores agrarios a buscar nuevas formas de innovación para adaptarse. Algunos estudios que analizaron la capacidad de adaptación en el contexto de la COVID-19 destacaron la importancia de la innovación colaborativa (Prosser et al., 2021), así como un uso más frecuente de plataformas digitales para la venta de productos frescos (Lioutas y Charatsari, 2021; Lopez-Ridaura et al., 2021).

Los cambios que en la producción se produjeron con relación al COVID-19 hay que situarlos, no obstante, en un marco más amplio, el de los profundos procesos de cambio en el sector agrario. En esta perspectiva, las innovaciones han tenido un papel crucial en esos procesos, como ponen de relieve numerosos estudios. Así, aspectos que han tenido una especial atención se centran en la percepción que los agricultores tienen sobre las innovaciones y cómo esta influye en su toma de decisiones y estrategias, o las redes de innovación como mecanismos de adaptación al cambio y la adopción de innovaciones sostenibles (Klerkx et al., 2010; Mesa, 2022; Mesa y Esparcia, 2023). También se ha analizado el papel de los productores agroalimentarios locales en la creación de nichos de innovación frente a la competencia global (Blanc et al., 2018; Cappelli y Cini, 2020; Renting y Wiskerke, 2010), como una vía para alcanzar una adaptación más efectiva a los cambios.

En la literatura se reconoce que, frente a los sistemas agroalimentarios globales, los de carácter local y reducido tamaño tienen claras dificultades. Sin embargo, también son evidentes sus ventajas competitivas, derivadas, por ejemplo, de las redes

entre agricultores, o incluso entre agricultores y consumidores, con un arraigo territorial significativo (Capellari y De Stefano, 2016; Belletti y Marescotti, 2020). Con frecuencia, en estos sistemas locales concurren, además, innovaciones sociales (Vercher, 2022), que a la postre son clave para su competitividad, como también ponen de relieve muchas experiencias en la Unión Europea (Vitterso et al., 2019), y la importancia que la propia Comisión Europea concede a las estrategias basadas en las cadenas cortas. Estos sistemas agroalimentarios han demostrado su elevada capacidad de respuesta en momentos de crisis. Por ejemplo, durante la crisis del 2008 las empresas con estrategias más innovadoras (muchas eran grandes, pero algunas eran pequeñas y medianas empresas) obtuvieron los mejores resultados productivos y económicos (Zouaghi y Sánchez, 2016). Igualmente, durante la crisis de la COVID-19, los sistemas locales y los productores implicados dieron una respuesta muy positiva desde el punto de vista de la producción y suministro de alimentos, y ello en gran parte estuvo ligado a innovaciones organizativas, como redes de intercambio y provisión de alimentos (Cattivelli y Rusciano, 2020), así como redes de colaboración entre productores (Nemes et al., 2021; Prosser et al., 2021). En esta misma línea, diferentes redes de productores, comprometidos con el enfoque agroecológico, han trabajado decididamente para proporcionar seguridad alimentaria y apoyo social a los consumidores urbanos (Tittonell et al., 2021).

En este contexto, en el presente trabajo se plantean dos cuestiones básicas, que constituyen los dos objetivos centrales. En primer lugar, analizar qué cambios se han producido en los hábitos de consumo de los españoles durante el confinamiento y, en segundo lugar, en qué medida el confinamiento ha afectado a los productores agrarios y cómo han respondido estos a la situación de emergencia. Para responder a ello, el primer objetivo va a ser el análisis de los cambios en esos hábitos de consumo, en relación a la demanda, los precios y los establecimientos de venta de frutas y verduras frescas. Por su parte, el segundo objetivo va a ser el análisis de los datos derivados de una encuesta a una muestra de agricultores valencianos, todos ellos trabajando en lo que podemos definir como prácticas sostenibles (bien la producción ecológica, o bien sistemas más integrados y próximos al enfoque de la agroecología). Previamente al análisis de resultados, en el punto siguiente apartado (2) se lleva a cabo una contextualización en la literatura tanto sobre los avances hacia sistemas de producción más sostenibles como la referida a la adaptación de estos sistemas a las derivadas de la COVID-19. A continuación (apartado 3) se explican las fuentes, materiales y métodos empleados, detallando las fuentes secundarias y primarias con las que se ha trabajado. El apartado siguiente (4) se dedica al análisis de resultados, para finalizar con una discusión y conclusiones (apartado 5).

2. El marco para el análisis: de los avances hacia producciones más sostenibles al impacto y adaptación a la crisis de la COVID-19

En este apartado se lleva a cabo una breve revisión y puesta a punto de la bibliografía reciente en la que se enmarca la investigación. En primer lugar, sobre los procesos de

transformación que desde hace años están teniendo lugar en el sector agrario, destacando particularmente la emergencia, desarrollo y consolidación de enfoques (como la agroecología) y prácticas agrarias (como la agricultura ecológica) que pretenden superar el tradicional productivismo agrario y sus graves consecuencias sobre los ecosistemas. En segundo lugar, la revisión se centra tanto en el impacto de la pandemia en la agricultura, con particular atención a los procesos de adaptación de los sistemas agrarios sostenibles. Este marco es útil para entender mejor, por un lado, la respuesta de los consumidores, que cabe relacionar con la creciente concienciación sobre consumo más sostenible y ecológico; por otro, los efectos y reacción de una muestra de agricultores, todos ellos dentro de lo que genéricamente podemos denominar como prácticas agrarias sostenibles (aunque, como se verá más adelante, con una cierta diversidad interna en cuanto a sus planteamientos productivos y de prácticas sostenibles).

2.1. De la producción agraria convencional a la producción alternativa

Durante las últimas décadas, la industria agroalimentaria ha cobrado especial importancia en los países occidentales, tanto en términos de producción como de empleo (Zouaghi y Sánchez, 2016). La eliminación de las barreras aduaneras en Europa propició cambios tecnológicos y logísticos, y ha favorecido la adopción de innovaciones (Nemes et al., 2021). Esto supuso una mejora del rendimiento, muy relevante en un sector tradicionalmente con escaso bagaje tecnológico, y derivado también en la globalización de las cadenas agroalimentarias, aunque con nichos de mercado propios (Cappelli y Cini, 2020; Sanz-Cañada y Muchnik, 2016). La posición dominante de las grandes empresas agroalimentarias mundiales ha permitido la aparición de ventajas competitivas, y los precios y costes prevalecen a lo largo de toda la cadena de valor. Gran parte de la producción que llega a estas cadenas agroalimentarias globalizadas está vinculada a lo que se conoce como sistemas de producción convencionales, que han sido caracterizados como intensivos, deslocalizados, industrializados y a menudo poco sostenibles (Evans et al., 2002; Potter y Tilzey, 2005).

En contraste con las grandes cadenas agroalimentarias, las más pequeñas tienden a ser más frágiles, a tener menos recursos y trabajadores, menos producción y, a menudo, niveles de competitividad más bajos, principalmente porque a menudo les resulta difícil competir con las grandes (Sanz-Cañada y Muchnik, 2016). Además, las pequeñas cadenas agroalimentarias suelen estar vinculadas a sistemas locales más multifuncionales, ambos centrados en la agroecología y la agricultura ecológica, aunque esta última ya se ha extendido más allá de los sistemas locales y cada vez está más presente en cadenas más globalizadas y deslocalizadas (Wilson, 2007). Sin embargo, a pesar de las dificultades, los sistemas agroalimentarios locales y las pequeñas cadenas también presentan algunas ventajas competitivas relevantes, como las redes entre agricultores, o incluso las redes entre agricultores y consumidores, que tienen un arraigo cada vez más territorial (Capellari y De Stefano, 2016). Estos sistemas han creado nichos de mercado propios que se diferencian de la producción a

gran escala gracias, entre otros factores, a las innovaciones (Blanc et al., 2018; Cappelli y Cini, 2020; Renting y Wiskerke, 2010). De hecho, las innovaciones son una de las claves de la competitividad en las cadenas o sistemas agroalimentarios tanto de gran tamaño como de pequeño tamaño.

Muchos sistemas alternativos locales que participan en cadenas agroalimentarias de pequeño tamaño, han introducido diversos tipos de innovaciones para mantener o mejorar su competitividad, como mejoras en la calidad de los productos, los procesos, la organización o la comercialización (Mesa y Esparcia, 2021). Estas innovaciones se han basado muy a menudo en el restablecimiento de prácticas agrícolas ancestrales, la introducción de variedades locales, mayores niveles de especialización y aspectos técnicos mediante la adquisición de nuevas herramientas y productos, diferentes formas alternativas de organizarse introduciendo un mayor número de prácticas sostenibles. Este tipo de producción se presenta como más saludable, más vinculada al territorio y mejor centrada en las especificidades del producto (Cappelli y Cini, 2020; Hinrichs y Allen, 2008; Sanz-Cañada y Muchnik, 2016).

En este contexto, para muchos agricultores, y en muchos territorios, la introducción y el desarrollo tanto de la agricultura ecológica como del enfoque agroecológico constituyen importantes innovaciones. En el primer caso se trata en gran parte innovaciones de tipo tecnológico o productivo, mientras que en el segundo encontramos también innovaciones también de tipo social). Existe, por tanto, una diferencia importante entre la agricultura ecológica y otras prácticas que responden al enfoque de la agroecología. Así, mientras la agricultura ecológica se enfoca a mejorar la posición en la cadena de valor y aumentar beneficios, la producción agroecológica se enfoca en la integración con el territorio y la sostenibilidad ambiental y social (FAO, 2021; Moyano, 2021). Son muchas las políticas públicas dedicadas a la promoción de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente que, a su vez, responda a la creciente demanda de productos saludables (Renting et al., 2008; Renting y Wiskerke, 2010; Wilson, 2007).

2.2. Impacto de la COVID-19 en la agricultura y los procesos de adaptación de los sistemas agrarios sostenibles

Como se ha demostrado en numerosos estudios, la pandemia tuvo un gran impacto en las tareas diarias de los agricultores debido a las restricciones de movilidad y, por lo tanto, a los desplazamientos de personas y mercancías, afectando a la productividad y la venta de productos (Middendorf et al., 2021; O'Hara et al., 2021). Muchos agricultores e intermediarios también se vieron negativamente afectados a causa de la disminución y cierre de establecimientos (Mugabe et al., 2022). Las restricciones a la movilidad agudizaron igualmente la escasez de mano de obra que ya existía antes de la pandemia (Meuwissen et al., 2021). En países mediterráneos, las medidas adoptadas introdujeron cambios en las condiciones del mercado laboral agrario, restringiendo la movilidad de trabajadores temporales, en su mayoría jóvenes inmigrantes, caracterizados con una amplia flexibilidad en los desplazamientos (Cortignani et al., 2020). La menor movilidad también provocó una cierta

disminución en el suministro de semillas de calidad y otros insumos agrarios (de Boef et al., 2021), lo que ocasionó que los productores agrarios encontraran dificultades en la producción de alimentos, en buena medida ligado a las restricciones de movilidad (Lopez-Ridaura et al., 2021; Middendorf et al., 2021; Mugabe et al., 2022).

Los mecanismos de gobernanza para hacer frente a los problemas ocasionados por las restricciones estuvieron relacionados con las necesidades productivas de cada país o región (Brewin, 2020), pero igualmente de las diferentes estructuras y procesos de toma de decisiones. Así, en algunos casos los responsables públicos prestaron atención especial a los sistemas alternativos locales (Campbell, 2021). De hecho, en un análisis en 13 países se observó que los actores involucrados se identificaron bien con la sociedad civil, productores y agentes políticos, lo que permitió ampliar el alcance de las redes, involucrando a nuevos actores en prácticas sostenibles (Nemes et al., 2021).

No sería correcto decir que la COVID-19 provocó la transición hacia sistemas sostenibles, como un mecanismo de adaptación. Los procesos de transición hacia estos sistemas son muy antiguos, y han sido analizados con frecuencia en la literatura científica (Wilson, 2007). Pero sí parece claro que hay elementos o eventos que pueden acelerar determinadas transformaciones. Así, en muchas ocasiones la aceleración de mecanismos de respuesta y adaptación de los sistemas agrarios se ha vinculado a crisis sanitarias, así como a procesos amplios de concienciación ciudadana en favor de una producción agropecuaria más respetuosas con el medio ambiente y el bienestar animal (Vermunt et al., 2020). Así, durante la crisis de la COVID-19 muchos consumidores optaron por un tipo de alimentación más saludable y el consumo de alimentos procedentes de agricultura ecológica y productos de proximidad. Y parece evidente que tanto la crisis global como el cambio en los patrones de consumo presionó a los agricultores a innovar para adaptarse rápidamente a la nueva situación de la pandemia (O'Hara et al., 2021).

Las innovaciones sociales en torno a la producción agraria sostenible desempeñaron un papel importante durante el periodo de confinamiento, reafirmando la importancia central de la producción agrícola alternativa, en el marco del enfoque agroecológico y, en general, de prácticas agrarias más sostenibles (Altieri y Nicholls, 2020). En particular, estudios recientes se han hecho eco del reforzamiento de tendencias innovadoras vinculadas a la crisis de la COVID-19, entre las que cabe destacar las cadenas de valor alternativas, la acción colectiva de los agricultores, la innovación digital, el crecimiento del reparto de alimentos y, aunque de diferente naturaleza, una mayor visibilidad y presencia de los gobiernos (Lioutas y Charatsari, 2021; Lopez-Ridaura et al., 2021).

Una parte de la literatura científica sobre el impacto del confinamiento pone de relieve la elevada capacidad de respuesta y adaptación (es decir, la elevada resiliencia) de muchos sistemas agrarios y de la mayor parte de los productores agrarios (Stephens et al., 2022), destacando que el impacto negativo sobre los sistemas productivos fue limitado, y a la vez que el confinamiento no “disparó” las capacidades transformadoras en el seno de tales sistemas productivos (Meuwissen et al., 2021). Un indicador de esa buena capacidad de respuesta durante la crisis sería

precisamente el aumento de las ventas, como respuesta rápida al cambio en la demanda de alimentos por parte de los consumidores (Durant et al., 2023). En todo caso, en línea con diversos trabajos, parece evidente que los investigadores han de estar siempre atentos a los posibles beneficios que pudieran derivarse de eventos inesperados, como ha puesto de relieve Darnhofer con relación precisamente al COVID-19 (2021).

4. Materiales y métodos

La investigación se ha llevado a cabo a través de la recopilación y análisis de dos tipos de fuentes. En primer lugar, para el estudio de los cambios en las pautas de consumo se han empleado los datos del Panel de consumo alimentario (MAPA, 2023). Se tomaron como referencia productos agrícolas sin procesar (frutas y verduras frescas) del mes de abril de 2019 y 2020. Se han llevado a cabo dos tipos de análisis: por un lado, teniendo en cuenta la diferencia de precio y consumo per cápita, bruto y porcentual, entre el año pandémico (2020) y 2019; por otro, a partir de la evolución del volumen de ventas por establecimiento entre abril de 2019 y 2020, así como el porcentaje de participación por establecimientos entre 2019, 2020 y 2021.

El segundo análisis, sobre la percepción del impacto del confinamiento por el coronavirus, se ha basado en datos primarios. Para ello se diseñó una encuesta para productores de agricultura sostenible de la Comunidad Valenciana, tanto de producción certificada (agricultura ecológica) como no certificada (prácticas inspiradas en la agroecología, pero cuyos agricultores no disponen, en muchos casos por decisión voluntaria, de la certificación ecológica). Estas se completaron posteriormente con entrevistas semiestructuradas a una muestra de los productores encuestados.

Previamente al lanzamiento de la encuesta, se realizó una prueba piloto, cara a cara, con una pequeña muestra de seis agricultores (tanto con certificación ecológica como sin ella). Finalmente, las restricciones a la movilidad durante el confinamiento, así como las normas de distanciamiento social que se mantuvieron durante las fases álgidas de la pandemia, impidieron la realización de las encuestas y las entrevistas de forma directa, como se había previsto. Por ello la encuesta se hubo de preparar en Google Forms y enviar por correo electrónico (entre el 15 de mayo y el 15 de julio de 2020).

La encuesta se organizó en torno a cuatro preguntas, a responder en una escala de Likert (entre 1 -más afectado- y 5 -menos afectado-). Tres de ellas versaban sobre el impacto de las restricciones a la movilidad derivadas de la pandemia, en su actividad como agricultor, en su producción y en sus ventas. La última pregunta se centraba en la valoración de los encuestados sobre el apoyo institucional recibido para abordar las dificultades de tales restricciones. Las respuestas se analizaron teniendo en cuenta los atributos de los agricultores, como edad y sexo, pero igualmente con relación a su orientación hacia productos ecológicos (superficie agrícola dedicada y tipos de cultivos o productos) y los mecanismos de venta más frecuentes.

A partir de un primer tratamiento de las encuestas se procedió a la selección de una muestra que recogiese la diversidad tipológica de productores, de cara a llevar a cabo las entrevistas (que hubieron de hacerse principalmente de manera telefónica, aunque algunas también pudieron hacerse por videoconferencia). Estas se basaron, por un lado, en un análisis abierto de las cuestiones que se habían planteado en la encuesta, prestando atención a los efectos del confinamiento y cómo, en tanto que productores, estaban afrontando la crisis de la COVID-19. Por otro lado, la entrevista se centró en el análisis del proceso que había conducido a estos productores a transitar hacia la certificación, las variedades que habían introducido (o en las que habían centrado sus estrategias productivas) y, con relación a ello, la dedicación a este tipo de producción.

Con relación a la selección de la muestra, la población de agricultores en la Comunidad Valenciana estaba en torno a los 78.500. De todos ellos, en torno al 3,5 % (unos 2.700 productores) estaban inscritos en el Comité de Agricultura Ecológica (CAECV). Desde el CAECV no se pudieron facilitar listados completos de productores ecológicos (debido a la Ley de Protección de Datos), por lo que fue necesario elaborar, de forma manual, una base de datos. Finalmente, la encuesta pudo ser enviada por correo electrónico a una muestra amplia de productores ecológicos con certificación (el 44,4 % del total de agricultores registrados). La tasa de respuesta fue baja (algo más del 5 %). Esta tasa de respuesta cabe asociarla a la combinación de varios factores (una gran parte de los productores agrarios suelen hacer uso muy limitado del correo electrónico, como la coincidencia en el tiempo con el periodo de máxima dedicación a las tareas agrícolas, o la presión extra derivada de la excepcionalidad de las restricciones por la pandemia, todo lo cual suponía que la atención de los productores estaba centrada en cuestiones más urgentes. En todo caso, la muestra obtenida se sitúa dentro de unos mínimos aceptables en cuanto al tamaño muestral (con un nivel de confianza del 90 % y margen de error del 10 %).

Es bien sabido que las prácticas agrarias sostenibles están presentes no solo entre los agricultores con certificación ecológica. Hay un segmento de productores que han venido introduciendo prácticas sostenibles que también los diferencian de los productores inmersos en una agricultura de tipo convencional tradicional. Por ello, la encuesta se dirigió también a una pequeña muestra de productores que, aunque no tienen certificación ecológica (algunos de ellos voluntariamente), si aplicaban prácticas sostenibles inspiradas en principios de la agroecología. Las 75 encuestas válidas reflejan una gran diversidad de situaciones, si bien por simplificación aquí nos referiremos únicamente a cuatro situaciones, derivadas de la combinación de dos criterios, la disponibilidad o no de certificación ecológica, y mayor o menor proximidad al enfoque agroecológico. A partir de las encuestas, y manteniendo la tipología resultante, se llevó a cabo la selección de un tercio de la muestra (25 agricultores) de cara a una ronda amplia de entrevistas. Estas tuvieron lugar principalmente vía telefónica y, en algunos casos, a través de videoconferencia.

4. Resultados: el impacto de la covid-19 en las estrategias de consumidores y productores

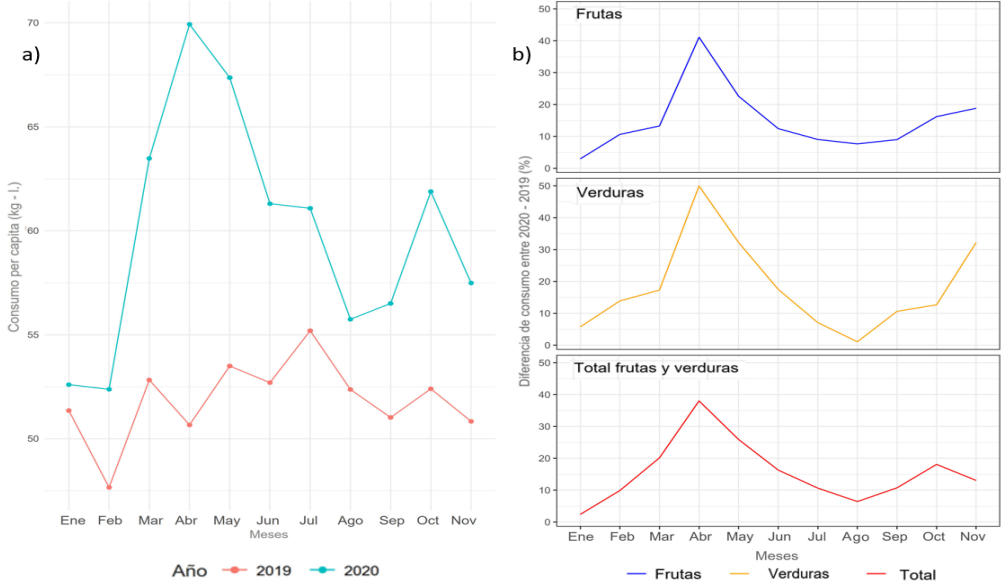
4.1. Cambios en las pautas de consumo

Tras la declaración del estado de alarma (14 de marzo de 2020) y el consiguiente confinamiento, fue creciente el miedo de los consumidores a no encontrar suministros. Ello contribuyó decisivamente a la tendencia a abastecerse de productos durante la pandemia, sobre todo en los primeros meses. Aunque se produjo un descenso en la frecuencia de compras, el consumo total no disminuyó, como lo ponen de relieve las ventas en hipermercados y supermercados, que aumentaron más de un 50 % en las 2 primeras semanas de confinamiento (Moyano, 2020). El confinamiento y estos primeros cambios en la frecuencia de compra (y, con ello, cantidad media de cada compra) plantearon problemas a los productores agrarios, especialmente en lo que respecta a la disponibilidad de materias primas y mano de obra. No obstante, la situación difería según el tipo de productos, servicios o agentes en el flujo de la red de la cadena alimentaria (Moyano, 2020). Además, las restricciones establecidas en España limitaban la movilidad a dos tipos de agricultores, los que mantenían explotaciones de autoconsumo, por un lado, y los que operaban bajo acuerdos informales (por ejemplo, el apoyo familiar, muy común en las zonas rurales), por otro (Gascón, 2020).

Con relación a lo anterior, a partir de una muestra amplia (12.500 hogares) el Panel de consumo alimentario del MAPA (2023) pone de relieve el significativo aumento de consumo total de alimentos a lo largo de 2020 (Figura 1a), con un máximo en abril, justo el primer mes de confinamiento completo (un 38 % más que en el mismo mes del año anterior). Por su parte, el consumo de frutas y hortalizas frescas (Figura 1b) creció en el mismo mes en proporciones incluso superiores (50 % y 41 % respectivamente). Todo ello se vio reflejado en los precios, incluso durante los meses previos al confinamiento (Figura 2). Lógicamente, el aumento de la demanda durante el confinamiento hizo que este crecimiento de los precios fuese mayor durante esos meses (globalmente del 3,3 % superior en abril de 2020 respecto del mismo mes del año anterior), especialmente en las verduras (7,5 %) y, sobre todo, en las frutas (con un máximo del 207 % en el mes de mayo).

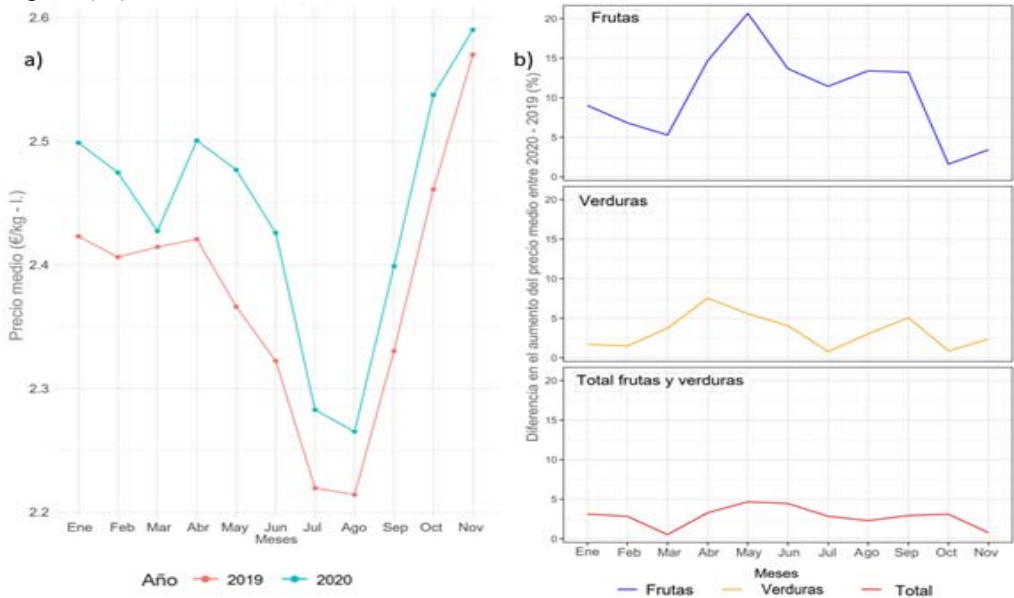
Se produjeron igualmente cambios significativos en la tipología de las ventas, como reflejan las referidas a frutas y verduras frescas. Así, durante el mes de abril de 2020 (en relación al mismo mes de 2019) el volumen de ventas por internet aumentó en un 345 %, seguidas de lejos, pero aún de forma significativa, por los hipermercados (45 %) y la venta directa (24 %). Sin embargo, el confinamiento perjudicó de manera muy clara a los mercadillos (-84 %) y a los mercados locales permanentes (-18%), muy habituales en las ciudades de tamaño medio (MAPA, 2023).

Figura 1. Consumo per cápita (1a) y diferencia de crecimiento del consumo en España (1b)



Fuente: Panel de consumo alimentario (MAPA, 2023).

Figura 2. Precio medio de los alimentos (2a) y diferencia de crecimiento del precio medio en España (2b).



Fuente: Panel de consumo alimentario (MAPA, 2023).

Si se analiza con mayor detalle los cambios en las formas de venta de frutas y verduras en los años 2019-2020 y 2020-2021 (Tabla 1), destacan varios hechos y tendencias. En primer lugar, se confirma que durante la pandemia las formas de venta de mayor crecimiento fueron la venta a domicilio, la venta por internet (con un crecimiento sostenido más destacado) y la compra directa a los productores; en segundo lugar, el fuerte retroceso inicial de la venta en mercados fijos, y la lenta recuperación posterior; en tercer lugar, a diferencia de la venta en mercados y plazas, en los hipermercados y fruterías-verdulerías la caída fue más intensa, pero también tuvieron una recuperación más rápida; en cuarto lugar, en la misma línea que los hipermercados, los supermercados y similares es donde el impacto fue mucho más intenso, con gran diferencia, e igualmente son los que con la misma rapidez, meses después, recuperaron su posición central, e incluso mejorándola (porque reforzaron sus canales de venta a través de internet). Es de destacar, por último, que la caída de las ventas en mercadillos ambulantes fue menos intensa (probablemente por tratarse de canales comerciales más cortos), y que también prácticamente recuperaron su posición tras los primeros meses de pandemia. En definitiva, los principales perjudicados han sido los mercados estables, mientras que los principales beneficiados fueron el comercio a través de internet y la venta a domicilio. También hay que resaltar que mientras esta última suele caracterizarse por cadenas cortas, el nicho de venta a través de internet en este tipo de productos ha sido ocupado, en gran parte, por cadenas de supermercados.

Tabla 1. Participación en el mercado de frutas y verduras según la forma de venta (*)

Forma de venta	2019 - 2020	2020 - 2021	2019 - 2021
Venta a domicilio	2,4 %	-0,9 %	1,5 %
Internet (e-commerce)	1,8 %	0,8 %	2,6 %
Compra directa	1,1 %	-0,8 %	0,3 %
Economato/cooperativa	0,7 %	-0,2 %	0,5 %
Autoconsumo	0,6 %	0 %	0,6 %
Herboristerías	-1 %	1,2 %	0,3 %
Resto de canales	-8,6 %	5 %	-3,7 %
Mercadillos/ambulantes	-9,4 %	9,3 %	-0,1 %
Mercados y plazas	-19,9 %	6,9 %	-13, %
Hipermercado	-25,9 %	27,1 %	1,2 %
Verdulería/frutería	-30,7 %	29 %	-1,7 %
Tienda descuento	-39,6 %	41,4 %	1,8 %
Supermercados/autoserv.	-82,5 %	81,4 %	-1,1 %

(*): datos tomados en el mes de abril de cada año.

Fuente: Panel de consumo alimentario (MAPA, 2023).

4.2. El impacto de la COVID-19 en la producción agraria sostenible: el ejemplo de los productores valencianos

Como se ha señalado, para analizar la percepción de los productores agrarios sobre el impacto y el apoyo institucional para abordar los efectos del confinamiento, se llevó a cabo una encuesta entre productores agrarios valencianos, caracterizados todos ellos por su alejamiento de la agricultura convencional tradicional, y por un cierto nivel de concienciación sobre la necesidad de introducir prácticas agrarias más sostenibles que, en algunos casos, responden a un enfoque agroecológico, más allá incluso de la pura certificación ecológica. Combinando los dos principales criterios, disponibilidad o no de certificación ecológica, y mayor o menor proximidad al enfoque agroecológico, se obtienen cuatro categorías principales (Figura 3):

1) Grupo 1. Agricultores próximos al enfoque agroecológico que, a su vez, cuentan con la certificación de agricultura ecológica (48 % de la muestra).

2) Grupo 2. Agricultores próximos al enfoque agroecológico, pero que, en su mayor parte de manera voluntaria, rehúyen la certificación ecológica, por no considerarla suficiente ni acorde con una concepción más global de la agroecología (9 % de la muestra).

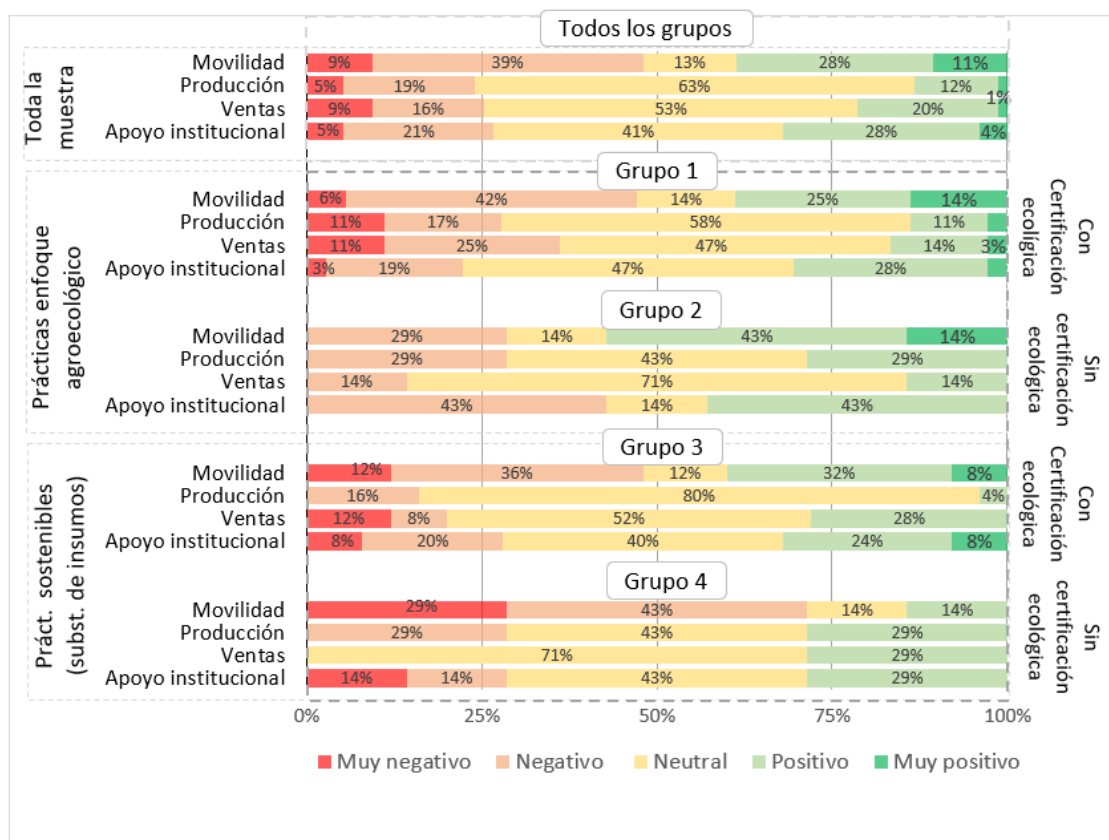
3) Grupo 3. Agricultores que se alejan del enfoque agroecológico, pero que cuentan con la certificación de agricultura ecológica (33 % de la muestra). Se trata de un segmento de agricultores con una cierta conciencia ecológica y que son conscientes de la necesidad de aplicar prácticas sostenibles, pero que, sobre todo, están interesados en los beneficios del etiquetado ecológico. Es decir, conciben la agricultura ecológica básicamente desde un enfoque productivista y mercantilista⁴.

4) Grupo 4. Por último, aunque la muestra restante es reducida (9 %), pone de relieve una diversidad de situaciones. Aquí encontramos agricultores que simplemente han empezado a tomar conciencia sobre la necesidad de introducir prácticas agrarias más sostenibles. Mientras que algunos de ellos tienen en perspectiva, a medio o largo plazo, avanzar hacia la certificación ecológica, otros miran más hacia la agroecología y no muestran interés por la certificación. Y los hay también quienes consideran que esta es una situación estable, y que se sienten cómodos simplemente aplicando prácticas más sostenibles. Algunos de estas prácticas se asocian igualmente a lo señalado en el punto anterior respecto de la sustitución de insumos.

⁴ Este tipo de aproximación cabe relacionarla con lo que en la bibliografía se conoce como sustitución de insumos, es decir, prácticas centradas en sustituir insumos agroquímicos perjudiciales para los cultivos y el medio, pero sin avanzar hacia una perspectiva más integrada desde el punto de vista territorial y sin introducir consideraciones sociales, como sí hace la agroecología. Hace ya años que Rosset y Altieri (1997) ya criticaban esta aproximación, por insuficiente, en su artículo “Agroecology versus Input Substitution: A Fundamental Contradiction of Sustainable Agriculture”.

En la Figura 3 se recogen las valoraciones con relación a la movilidad de los propios productores, los efectos sobre su producción y sus ventas, y la valoración sobre el apoyo institucional recibido durante aquellos meses para responder en mejores condiciones al reto del confinamiento y sus efectos.

Figura 3. Percepción de productores agrarios sobre los efectos del confinamiento sobre la movilidad, producción, ventas y apoyo institucional recibido para abordarlos.



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a productores agrarios en la Comunidad Valenciana (mayo – julio de 2020).

Las restricciones a la movilidad fue uno de los aspectos más negativos del confinamiento, destacado por casi la mitad de los productores como negativo o muy negativo. Los resultados ponen de relieve, sin embargo, diferencias significativas entre los productores más próximos al enfoque agroecológico (especialmente los que no contaban con certificación ecológica, Grupo 2) y el resto. Las mayores dificultades se centraron en las tareas de mantenimiento y recolección, debido a la escasez de

mano de obra. Esto ocurrió, en mayor medida, en aquellas explotaciones donde era más importante el recurso a ayuda laboral no oficial o colaboración de trabajadores no dados de alta, que lógicamente no contaban con los necesarios permisos para ser considerados como trabajadores esenciales. Parece lógico, en consecuencia, que fuese el segmento de productores no ecológicos y probablemente con explotaciones organizadas de forma más tradicional (Grupo 4) el que haya experimentado mayores problemas de movilidad. Además del impacto sobre una menor disponibilidad de mano de obra, las restricciones a la movilidad también afectaron al abastecimiento de materias primas, como ponen de relieve los productores del Grupo 3.

Los agricultores que percibieron impactos menos negativos de las restricciones a la movilidad (o que supieron afrontarlas mejor) fueron el colectivo más próximo al enfoque agroecológico, pero que, en gran parte, rechazan entrar en la vía de la certificación ecológica (Grupo 2). Estos productores tienen una mayor flexibilidad, y en tiempos de dificultades pudieron reorientar parcialmente sus estrategias de venta hacia mercadillos, venta directa y otras cadenas cortas. Es decir, pudieron ofrecer un producto bien valorado por los consumidores, y con apenas intermediarios. Para muchos de ellos las restricciones a la movilidad casi que les beneficiaron, al poder moverse, en tanto que parte de la cadena de trabajadores esenciales (Real Decreto-ley 10/2020), con mayor libertad. Otro de los aspectos que los productores destacaron con relación a la movilidad fue la mayor disponibilidad de tiempo para las tareas de cultivo.

Las dificultades de movilidad influyeron sobre la producción y ventas, por ejemplo, a través de la escasez de insumos y de la mano de obra (incluida la ayuda familiar). En este sentido, es interesante destacar las diferencias en cuanto a producción y ventas entre los productores con certificación ecológica (Grupos 1 y 3, algo más del 80 % de la muestra) y sin ella (Grupos 2 y 4). Estos últimos, alejados de los circuitos de la agricultura ecológica certificada, tuvieron significativamente menores dificultades que los primeros, considerados (como se apuntaba en las entrevistas) como “más profesionales”. Pueden apuntarse dos razones principales como explicación de este impacto diferencial. En primer lugar, los canales de comercialización y venta que, en el caso de la agricultura sostenible no certificada, estos son más flexibles, menos rígidos y más diversificados que los de la agricultura ecológica. En segundo lugar, los puntos de venta, más alejados en el caso de la producción ecológica certificada y, por tanto, también padecieron en mayor medida las dificultades iniciales de movilidad (incluyendo aquí las derivadas del cruce de fronteras y la diferente normativa que se estaba aplicando). Es así como los mercados más próximos y la posibilidad de reorientar la producción a diferentes tipos de establecimientos permitieron a los productores sin certificación ecológica responder y adaptarse con mayor rapidez y de manera más eficiente.

Adicionalmente, las redes personales funcionaron relativamente bien, permitiendo el intercambio tanto de semillas (para paliar la escasez de suministros), e igualmente de productos hortícolas, para evitar el desabastecimiento en sus respectivos canales o puntos de venta y dar respuesta a la intensificación y concentración de la demanda de los consumidores. Pese a esta mayor capacidad de adaptación y respuesta más eficaz,

al menos en los primeros momentos, estas estrategias no pudieron paliar la escasez puntual de oferta, por ejemplo, de hortalizas frescas.

Los productores cuya producción se vio menos afectada reportan incluso aumento de ventas e ingresos durante el periodo de confinamiento. Pero no todo se debió a disponer de la misma e incluso, comparativamente, más producción, sino a las estrategias de venta. Efectivamente, aquellos que más aumentaron las ventas (en gran parte, los que no tenían certificación ecológica, Grupos 2 y 4) desarrollaron estrategias de venta complementarias a las tradicionales, incluyendo la venta directa, el “boca a oreja”, e incluso algunas plataformas digitales (principalmente asociadas a redes de consumidores, establecidas en su mayor parte antes de la pandemia y que con el confinamiento se desarrollaron y reforzaron de manera muy significativa).

No obstante, los productores de agricultura ecológica (Grupos 1 y, sobre todo, 3), también desarrollaron estrategias de venta alternativa potentes, especialmente tras el shock inicial. Es así como la venta internacional de agricultura ecológica se recuperó relativamente pronto, al menos para este grupo de agricultores.

Por último, el limitado apoyo institucional para abordar los efectos iniciales del confinamiento fue uno de los aspectos más criticados, especialmente durante las entrevistas, siendo el colectivo más crítico el de los productores con certificación ecológica (principalmente Grupo 3), considerados por ellos mismos como los agricultores “profesionales”. Las críticas se dirigían a aspectos como la falta de apoyo económico y facilidades desde la administración para crear soportes de venta online eficaces. Según destacaban en las entrevistas, el hecho de que algunos agricultores menos “profesionalizados” no pudiesen acceder adecuadamente a estas plataformas les obligó a paralizar sus ventas. En definitiva, esto ponía de relieve que había un grupo de agricultores con reducida capacidad de maniobra, de flexibilidad y de cambio rápido de estrategias y canales de comercialización y venta. La sensación de falta de apoyo institucional, no obstante, no sigue un patrón fijo, es decir, los productores más consolidados, con mayor estabilidad, parece que tuvieron menos problemas y pudieron reforzar o cambiar a venta a grandes superficies, y también aprovechar las redes de comercio internacional (que volvieron a ser eficaces tras las primeras semanas). Pero es también importante que, ante la falta de ese mayor apoyo institucional, muchos agricultores pongan de relieve que las soluciones para abordar los efectos más negativos del confinamiento pasaron por las redes de colaboración entre los propios agricultores, e incluso en ocasiones la ayuda de familiares y amigos para paliar la escasez de mano de obra.

5. Discusión y conclusiones

En la literatura internacional se destaca, incluso con profusión, que el sector agrario ha tenido, en general, una elevada resiliencia ante el shock de la crisis de la COVID-19, especialmente los efectos negativos derivados del confinamiento y las restricciones a la movilidad, sobre todo los relacionados con los cambios en la demanda y la subida de precios (Altieri y Nicholls, 2020; Durant et al., 2023; Escobar-López et al., 2021). Efectivamente, el sector agrario en general, y los agricultores en particular, se organizaron con cierta rapidez e introdujeron cambios para dar respuesta a las nuevas necesidades y el nuevo escenario (Perrin y Martin, 2021; Snow et al., 2021), y en algunos casos se destaca incluso el impacto limitado que la COVID-19 tuvo en la producción y entrega de alimentos (Meuwissen et al., 2021). Nuestros resultados, centrados en productores con una clara concienciación previa sobre las prácticas sostenibles en la agricultura, están, en líneas generales, en consonancia con lo que señala la bibliografía internacional, si bien también nos han permitido detectar situaciones diferentes en función de la situación de los diferentes grupos de productores.

En este sentido, cabe destacar que la pandemia ha reforzado tendencias previas en España, donde se partía de una importante consolidación y desarrollo de la producción sostenible, en particular la de carácter ecológico. Esto se refleja en los datos disponibles, que ponen de relieve un aumento y presencia creciente de agricultores y superficie dedicada a este tipo de agricultura. Adicionalmente, nuestros resultados ponen de relieve que hay también un segmento muy importante de agricultores caracterizados por desarrollar prácticas agrarias sostenibles, en el marco del enfoque agroecológico.

En mayor o menor medida, buena parte de estos segmentos de agricultores tienen una tradición de introducción y adopción de innovaciones, técnicas, organizativas, en los procesos y en los productos (sobre todo en el marco de la agricultura ecológica certificada), pero igualmente otras de tipo social (en este último caso, sobre todo en los pequeños sistemas locales, con mayores vínculos territoriales y fieles mucho más al enfoque agroecológico). Sean unos u otros, lo cierto es que los agricultores que mejor han reaccionado a la crisis y los cambios derivados de la pandemia se alinean con lo que Escobar-López et al. (2021) y Altieri y Nicholls (2020) definen como los más innovadores. También es de destacar que aquí se incluye igualmente a aquellos que, habiendo aprovechado las ventajas de sus sistemas locales, no se limitan a cadenas cortas, sino que a partir de la pandemia han desarrollado estrategias para reforzar su integración en las cadenas de suministro globales.

En general, el sistema productivo agroalimentario sigue presentando esa dualidad, con un amplio segmento de agricultores bien articulados e integrados en cadenas comerciales, que venían introduciendo innovaciones y que reaccionaron muy bien a los cambios. Así, como señala Moyano (2020) muchos introdujeron o aprovecharon las innovaciones digitales de cara a la venta directa, cuando previamente tenían una menor presencia en estos canales de venta. Es decir, aunque la introducción masiva de estas innovaciones se produjese con motivo del confinamiento, fue necesario contar

previamente con infraestructura digital y logística que es la que hizo posible ese desarrollo.

Otro tipo de innovaciones se centraron en el propio desarrollo y consolidación de los sistemas alternativos locales. Esto ocurrió para un significativo segmento de agricultores (con explotaciones de mediano y pequeño tamaño), vinculados al enfoque agroecológico. A priori, su integración en sistemas locales constituía una fortaleza, y era de esperar que les permitiese algunas ventajas. Efectivamente fue así, al reforzar, entre otros aspectos, su presencia en canales alternativos. A medio plazo, estas no pueden considerarse estrategias especialmente exitosas, sobre todo con relación a aquellos agricultores que sí estaban dentro de los circuitos de la agricultura ecológica certificada. Es decir, una parte de los agricultores “agroecológicos” (sin certificación ecológica) pudieron responder más rápidamente y con mayor flexibilidad en los primeros momentos. Pero la falta de recursos y apoyo externo limitó su capacidad de crecimiento e integración en circuitos más potentes y más desarrollados. Sin embargo, de las entrevistas se deduce que, al cabo de unos meses, los que contaban con certificación ecológica, aunque tuvieron más dificultades iniciales, retomaron pronto los canales de comercialización habituales, e incluso los intensificaron, introduciendo y ampliando otros nuevos.

Por tanto, el bagaje previo, con la mayor o menor experiencia en producción sostenible y, sobre todo, la mayor o menor articulación con los circuitos y canales comerciales más desarrollados (incluyendo aquí el contar o no con la certificación ecológica), se convirtieron en elementos clave que explican la mayor capacidad de respuesta inicial de unos (vinculados a prácticas agroecológicas), pero las importantes limitaciones que tuvieron a medio plazo, y a la vez, las mayores dificultades y lentitud inicial de otros, pero la reacción más sólida después (sobre todo aquellos con certificación ecológica). Así, los primeros basaron buena parte de su fortaleza en la venta directa, el estar centrados en cultivos menos intensivos y menos orientados a las producciones más rentables en términos de precio y rendimiento (como las hortalizas), les impidió consolidar las ventajas iniciales. Por su parte, los segundos, con producciones más intensivas, con menor presencia de la venta directa y mayor de otros canales comerciales, con productos de elevada demanda y que experimentaron un fuerte crecimiento de los precios, han podido recuperar, tras varios meses, su posición de privilegio en el sistema productivo.

Las estrategias de adaptación a la crisis de la COVID-19 no dejaron de ser de corto plazo. Sin embargo, prácticamente todos los segmentos de los agricultores estaban inmersos en estrategias de medio y largo plazo, bien de desarrollo y consolidación de prácticas bajo el enfoque agroecológico, con sus ventajas (enraizamiento en sistemas territoriales locales, venta directa y cadenas cortas, etc.) y sus inconvenientes (acceso más limitado a circuitos comerciales más potentes y desarrollados, canales de venta internacional, etc.), o bien de consolidación como productores con certificación ecológica, también con sus ventajas (canales de comercialización y venta más desarrollados, elevada demanda y buenos precios, etc.) e inconvenientes (inversiones importantes a medio y largo plazo, cumplimiento de mecanismos de control rigurosos, etc.) (Abbasi et al., 2019; Mesa y Esparcia, 2021). En una perspectiva de largo plazo,

para todos ellos, cada segmento en su particular ámbito de actuación, estas prácticas sostenibles constituyen una apuesta sólida, de futuro, que suponen en sí mismas una innovación importante con relación a los sistemas agrarios convencionales.

Son necesarias investigaciones complementarias, que permitan un seguimiento y análisis de en qué medida la salida de la pandemia nos ha devuelto a la “casilla de salida”, o bien ha introducido algunos elementos que estén contribuyendo a una cierta reconfiguración, por ejemplo, en las estrategias productivas y/o canales de comercialización de los diferentes segmentos de productores agrarios. Lo que sí parece claro y sin vuelta atrás es que ha habido un salto cualitativo y cuantitativo en la demanda de los consumidores de productos provenientes de prácticas agrarias sostenibles, bien la propia agricultura certificada como ecológica o bien la agricultura que responde más al enfoque agroecológico. Se habrán de estudiar con detalle, por ejemplo, hasta qué punto la capacidad de adaptación de los agricultores que aprovecharon redes informales de colaboración ha derivado en estructuras más formales, más competitivas, con nuevos socios comerciales y mercados. En definitiva, son necesarios más estudios sobre en qué medida la pandemia ha activado cambios en los modos de producción, o está acelerando prácticas más sostenibles en diferentes sistemas de cultivo, o la introducción o desarrollo de más innovaciones en los sistemas productivos y de comercialización y venta. Un último aprendizaje de la pandemia debería referirse a las políticas agrícolas, que habrían de prestar más atención a la mejora de la resiliencia de los diferentes sistemas productivos, con especial atención a aquellos más comprometidos con el enfoque agroecológico y su dimensión social y territorial.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los agricultores encuestados su tiempo respondiendo a la encuesta, sobre todo cuando, además, a una parte de ellos se les requirió para llevar a cabo una entrevista. La información aportada ha sido especialmente valiosa para la elaboración de este artículo.

7. Referencias bibliográficas

- Abbasi, F., Esparcia, J., y Saadi, H. A. (2019). From Analysis to Formulation of Strategies for Farm Advisory Services (Case Study: Valencia - Spain). an Application through Swot and Qspm Matrix. *European Countryside*, 11(1), 43-73. <https://doi.org/10.2478/euco-2019-0004>
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881-898. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>

- Blanc, S., Accastello, C., Girgenti, V., Brun, F., y Mosso, A. (2018). Innovative Strategies for the Raspberry Supply Chain: An Environmental and Economic Assessment: Acces la Success. *Calitatea*, 19(165), 139-142.
- Belletti, G., y Maressotti, A. (2020). Short Food Supply Chains for Promoting Local Food on Local Markets. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). <https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/SHORT%20FOOD%20SUPPLY%20CHAINS.pdf>
- Brewin, D. G. (2020). The impact of COVID-19 on the grains and oilseeds sector. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 68(2), 185-188. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/cjag.12239>
- Briz, J., Felipe, I. DE, y Briz, T. (2020). Reflexiones sobre el impacto de la COVID-19 en la cadena de valor alimentaria. *Distribución y consumo*, 2, 55-60. https://www.mercasa.es/media/publicaciones/278/Reflexiones_sobre_el_impacto_de_la_COVID-19_en_la_cadena_de_valor_alimentaria.pdf
- CAECV. (2023). Informe del Sector Ecológico de la Comunidad Valenciana 2021. CAECV. https://www.caecv.com/wp-content/uploads/2022/05/Informe_2021.pdf
- Campbell, C. (2021). The impact of COVID-19 on local government stakeholders' perspectives on local food production. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 10(2), 71–88. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2021.102.035>
- Capellari, S., y De Stefano, D. (2016). Academic inventors, allocation of patent rights and knowledge diffusion: Subnetwork structures in university-owned and university invented patents in two Italian universities. *Science and Public Policy*, 43(5), 585-593. <https://doi.org/10.1093/scipol/scw028>
- Cappelli, A., y Cini, E. (2020). Will the COVID-19 pandemic make us reconsider the relevance of short food supply chains and local productions? *Trends in Food Science y Technology*, 99, 566-567. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.041>
- Cattivelli, V., y Rusciano, V. (2020). Social Innovation and Food Provisioning during Covid-19: The Case of Urban–Rural Initiatives in the Province of Naples. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 4444, 12(11), 4444. <https://doi.org/10.3390/SU12114444>
- Chenarides, L., Grebitus, C., Lusk, J. L., y Printezis, I. (2021). Food consumption behavior during the COVID-19 pandemic. *Agribusiness*, 37(1), 44-81. <https://doi.org/10.1002/AGR.21679>
- Cortignani, R., Carulli, G., y Dono, G. (2020). COVID-19 and labour in agriculture: Economic and productive impacts in an agricultural area of the Mediterranean. *Italian Journal of Agronomy*, 15(2 SE-Original Articles), 172-181. <https://doi.org/10.4081/ija.2020.1653>
- Cranfield, J. A. L. (2020). Framing consumer food demand responses in a viral pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 68(2), 151-156. <https://doi.org/10.1111/cjag.12246>
- Darnhofer, I. (2021). Resilience or how do we enable agricultural systems to ride the waves of unexpected change? *Agricultural Systems*, 187, 102997. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.102997>
- de Boef, W. S., Borman, G. D., Gupta, A., Subedi, A., Thijssen, M. H., Ayana Aga, A., Hassena Beko, M., Thein, S. Z. M., Thein, W., Okelola, F., Olusegun, O., Ojo, O. P.,

- Agbara, C., Otim, G., Ssemwogerere, C., Ntare, B., y Oyee, P. (2021). Rapid assessments of the impact of COVID-19 on the availability of quality seed to farmers: Advocating immediate practical, remedial and preventative action. *Agricultural Systems*, 188, 103037. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103037>
- de Paulo Farias, D., y Dos Santos Gomes, M. G. (2020). COVID-19 outbreak: What should be done to avoid food shortages? *Trends in Food Science y Technology*, 102, 291-292. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.007>
- Durant, J. L., Asprooth, L., Galt, R. E., Schmulevich, S. P., Manser, G. M., y Pinzón, N. (2023). Farm resilience during the COVID-19 pandemic: The case of California direct market farmers. *Agricultural Systems*, 204, 103532. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103532>
- Escobar-López, S. Y., Amaya-Corchuelo, S., y Espinoza-Ortega, A. (2021). Alternative food networks: Perceptions in short food supply chains in Spain. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su13052578>
- Eurostat. (2020). Organic farming statistics - Statistics Explained. Organic farming statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Organic_farming_statistics#Total_organic_area
- Evans, N., Morris, C., y Winter, M. (2002). Conceptualizing agriculture: a critique of post-productivism as the new orthodoxy. *Progress in Human Geography*, 26(3), 313-332. <https://doi.org/10.1191/0309132502ph372ra>
- FAO. (2020). COVID-19 and the role of local food production in building more resilient local food systems. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1020en>
- FAO (2023). Agroecología y Agricultura Familiar. <https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>
- Gascón, J. (2020). COVID-19, state of emergency and family farming in Spain: Rural markets in Barcelona and self-consumption orchards in Alcaine (Teruel). *Ager*, 2020(30), 177-206. <https://doi.org/10.4422/ager.2020.13>
- Hinrichs, C. C., y Allen, P. (2008). Selective patronage and social justice: Local food consumer campaigns in historical context. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21(4), 329-352. <https://doi.org/10.1007/s10806-008-9089-6>
- IPES-FOOD. (2020). El COVID-19 y la crisis en los sistemas alimentarios: síntomas, causas y posibles soluciones. http://www.ipes-food.org/_img/upload/files/COVID-19_CommuniqueES%281%29.pdf
- Jámbor, A., Czine, P., y Balogh, P. (2020). The impact of the coronavirus on agriculture: First evidence based on global newspapers. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11), 1-10. <https://doi.org/10.3390/su12114535>
- Klerkx, L., Aarts, N., y Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103(6), 390-400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>
- Laguna, L., Fiszman, S., Puerta, P., Chaya, C., y Tárrega, A. (2020). The impact of COVID-19 lockdown on food priorities. Results from a preliminary study using social media and an online survey with Spanish consumers. *Food Quality and Preference*, 86, 104028. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2020.104028>

- Lioutas, E. D., y Charatsari, C. (2021). Enhancing the ability of agriculture to cope with major crises or disasters: What the experience of COVID-19 teaches us. *Agricultural Systems*, 187, 103023. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103023>
- Lopez-Ridaura, S., Sanders, A., Barba-Escoto, L., Wiegel, J., Mayorga-Cortes, M., Gonzalez-Esquivel, C., Lopez-Ramirez, M. A., Escoto-Masis, R. M., Morales-Galindo, E., y Garcia-Barcena, T. S. (2021). Immediate impact of COVID-19 pandemic on farming systems in Central America and Mexico. *Agricultural Systems*, 192, 103178. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103178>
- MAPA. (2021). Informe de la producción ecológica 2020. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MAPA. (2023). Panel de consumo alimentario. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/>
- Mesa, R. (2022). Innovative Farming Practices and Information Sources. An Analysis of Trends in the United Kingdom's Arable and Livestock Farming. *Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, 36, 159-194. <https://doi.org/10.4422/ager.2022.18>
- Mesa, R., y Esparcia, J. (2021). Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 41(1), 133-159. <https://doi.org/10.5209/aguc.76727>
- Mesa, R., y Esparcia, J. (2023). Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption-diffusion of innovations in agriculture: a bibliometric review. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 1(96), 1-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.21138/bage.3336>
- Meuwissen, M. P. M., Feindt, P. H., Slijper, T., Spiegel, A., Finger, R., de Mey, Y., Paas, W., Termeer, K. J. A. M., Poortvliet, P. M., Peneva, M., Urquhart, J., Vigani, M., Black, J. E., Nicholas-Davies, P., Maye, D., Appel, F., Heinrich, F., Balmann, A., Bijttebier, J., ... Reidsma, P. (2021). Impact of Covid-19 on farming systems in Europe through the lens of resilience thinking. *Agricultural Systems*, 191, 103152. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103152>
- Middendorf, B. J., Faye, A., Middendorf, G., Stewart, Z. P., Jha, P. K., y Prasad, P. V. V. (2021). Smallholder farmer perceptions about the impact of COVID-19 on agriculture and livelihoods in Senegal. *Agricultural Systems*, 190, 103108. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103108>
- Moyano, E. (2020). El sector agroalimentario después de la COVID-19. *Distribución y consumo*, 2, 14-22.
- Moyano, E. (2021). Por qué decimos agricultura ecológica cuando queremos decir agroecología. *The Conversation*. <https://theconversation.com/por-que-decimos-agricultura-ecologica-cuando-queremos-decir-agroecologia-150303>
- Mugabe, P. A., Renkamp, T. M., Rybak, C., Mbwana, H., Gordon, C., Sieber, S., y Löhr, K. (2022). Governing COVID-19: analyzing the effects of policy responses on food systems in Tanzania. *Agriculture and Food Security*, 11(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/S40066-022-00383-4/FIGURES/4>
- Nemes, G., Chiffolleau, Y., Zollet, S., Collison, M., Benedek, Z., Colantuono, F., Dulstrud, A., Fiore, M., Holtkamp, C., Kim, T.-Y., Korzun, M., Mesa-Manzano, R., Reckinger, R.,

- Ruiz-Martínez, I., Smith, K., Tamura, N., Viteri, M. L., y Orbán, É. (2021). The impact of COVID-19 on alternative and local food systems and the potential for the sustainability transition: Insights from 13 countries. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 591-599. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.022>
- O'Hara, J. K., Woods, T. A., Dutton, N., y Stavely, N. (2021). COVID-19's Impact on Farmers Market Sales in the Washington, D.C., Area. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 53(1), 1. <https://doi.org/10.1017/AAE.2020.37>
- Perrin, A., y Martin, G. (2021). Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. *Agricultural Systems*, 190, 103082. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103082>
- Polanco, J., y Jiménez, B. (2020). La resiliencia de las frutas y hortalizas en la crisis sanitaria. *Distribución y consumo*, 2, 67-69. https://www.mercasa.es/media/publicaciones/278/La_resiliencia_de_las_frutas_y_hortalizas_en_la_crisis_sanitaria.pdf
- Potter, C., y Tilzey, M. (2005). Agricultural Policy Discourses in the European Post-Fordist Transition: Neoliberalism, Neomercantilism and Multifunctionality. *Progress in Human Geography*, 29(5), 581-600. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1191/0309132505ph569oa>
- Prosser, L., Thomas Lane, E., y Jones, R. (2021). Collaboration for innovative routes to market: COVID-19 and the food system. *Agricultural Systems*, 188, 103038. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103038>
- Renting, H., Oostindie, H., Laurent, C., Brunori, G., Barjolle, D., Jervell, A., Granberg, L., y Heinonen, M. (2008). Multifunctionality of agricultural activities, changing rural identities and new institutional arrangements. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 7(4-5), 361-385. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2008.020083>
- Renting, H., y Wiskerke, H. (2010). New Emerging Roles for Public Institutions and Civil Society in the Promotion of Sustainable Local Agro-Food Systems. Paper presented at 9th European IFSA Symposium, Vienna, Austria, July, 1902-1912. <https://edepot.wur.nl/146104>
- Sanz-Cañada, J., y Muchnik, J. (2016). Geographies of Origin and Proximity: Approaches to Local Agro-Food Systems. *Culture y History Digital Journal*, 5(1 SE-Dossier), e002. <https://doi.org/10.3989/chdj.2016.002>
- Snow, V., Rodriguez, D., Dynes, R., Kaye-Blake, W., Mallawaarachchi, T., Zydenbos, S., Cong, L., Obadovic, I., Agnew, R., Amery, N., Bell, L., Benson, C., Clinton, P., Dreccer, M. F., Dunningham, A., Gleeson, M., Harrison, M., Hayward, A., Holzworth, D., ... Stevens, D. (2021). Resilience achieved via multiple compensating subsystems: The immediate impacts of COVID-19 control measures on the agri-food systems of Australia and New Zealand. *Agricultural Systems*, 187, 103025. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103025>
- Stephens, E., Timsina, J., Martin, G., van Wijk, M., Klerkx, L., Reidsma, P., y Snow, V. (2022). The immediate impact of the first waves of the global COVID-19 pandemic on agricultural systems worldwide: Reflections on the COVID-19 special issue for agricultural systems. *Agricultural Systems*, 201, 103436. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103436>

- Tittonell, P., Fernandez, M., El Mujtar, V. E., Preiss, P. V., Sarapura, S., Laborda, L., Mendonça, M. A., Alvarez, V. E., Fernandes, G. B., Petersen, P., y Cardoso, I. M. (2021). Emerging responses to the COVID-19 crisis from family farming and the agroecology movement in Latin America – A rediscovery of food, farmers and collective action. *Agricultural Systems*, 190, 103098. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103098>
- UCCV. (2020, abril). LOS CONSUMIDORES COMPRAN PRODUCTOS DE PROXIMIDAD Y DE TEMPORADA DURANTE LA COVID 19. *Revista Consuce*. <https://uniodeconsumidors.org/wp-content/uploads/2020/06/UCE-47-abril.pdf>
- Vercher, N. (2022). Territorial Social Innovation and Alternative Food Networks: The Case of a New Farmers' Cooperative on the Island of Ibiza (Spain). *Agriculture*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/agriculture12060748>
- Vitterso, G., Torjusen, H., Laitala, K., Tocco, B., Biasini, B., Csillag, P., Dubois, M., Lecoeur, J.L., Maj, A., Majewski, E., Malak-Rawlikowska, A., Menozzi, D., Torok, A., Wavresky, P. (2019). Short Food Supply Chains and Their Contributions to Sustainability: Participants' Views and Perceptions from 12 European Cases. *Sustainability*, 11(7), <https://doi.org/10.3390/su11174800>
- Vermunt, D. A., Negro, S. O., Van Laerhoven, F. S. J., Verweij, P. A., y Hekkert, M. P. (2020). Sustainability transitions in the agri-food sector: How ecology affects transition dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36, 236-249. <https://doi.org/10.1016/J.EIST.2020.06.003>
- Willer, H., Trávníček, J., Meier, C., y Schlatter, B. (2021). The world of organic agriculture 2021-statistics and emerging trends.
- Wilson, G. (2007). *Multifunctional Agriculture: A Transition Theory Perspective*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845932565.0000>
- Zouaghi, F., y Sánchez, M. (2016). Has the global financial crisis had different effects on innovation performance in the agri-food sector by comparison to the rest of the economy? *Trends in Food Science and Technology*, 50, 230-242. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.014>.

8. *Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming*

9. Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming.

Artículo 4. Prácticas agrícolas innovadoras y fuentes de información. Análisis de las tendencias de la agricultura y la ganadería en el Reino Unido

8. *Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming*

9.1 Introduction, justification and objectives

In the previous research on innovation diffusion processes in the Valencian Community (article 2), in-depth face-to-face interviews had been carried out in order to collect information by means of name generators on the part of the interviewee. In this research, the survey is conducted exclusively online due to the limitations caused by the pandemic. The study area is the United Kingdom and unlike article 2 where a list of 28 innovations is used, in this study the focus is on eight innovations, four innovations applicable to agricultural systems and four innovations applicable to livestock systems. This aspect is expanded upon in the following section.

In the same way as the previous approach, a multivariate approach based on innovation indices is used (Innovation Adoption Index (InAI) and the Speed of Adoption Index (SAI)) (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Susaeta et al., 2018) and combined with social network analysis (degree of centrality in egocentric two mode networks). (Perry et al., 2018).

In this case, the conceptual theoretical framework of this study is articulated on the basis of Agricultural Innovation Systems (AIS) defined as, “*a network of organisations, enterprises, and individuals focused on bringing new products, new processes, and new forms of organisation into social and economic use*” (World Bank, 2007). This definition establishes one of the pillars in scientific research where the importance of understanding the interaction processes for the exchange of knowledge between farmers and agents is pointed out (Bavorová et al., 2020; Gailhard et al., 2015; Skaalsveen et al., 2020; Spielman et al., 2011; Wood et al., 2014).

Regarding the typology of innovation, agriculture and livestock keepers generally adopt a large number of innovations or practices, which are very different from each other. These can range from innovations related to productivity, environmental sustainability, and the structure and organisation of the enterprise, among others. Both the analysis of technological adoption and the adoption of sustainable practices are two aspects frequently studied in the scientific literature (Bucci et al., 2019; Doss, 2006; Rantala et al., 2018). The adoption of sustainable agricultural practices, in this sense, covers a wide spectrum of innovations, ranging from those related to the adoption of conservation tillage (Bavorová et al., 2020; D’Emden et al., 2006), the adoption of environmentally sustainable practices (Mesa & Esparcia, 2021) and the adoption of organic fertilisers (Hasler et al., 2016) as well as other practices based on technical improvements (Ameur et al., 2013; Haji et al., 2020) and machinery adoption (Cavallo et al., 2014).

9.2 Starting hypothesis and objectives

The aim of this study is to undertake an introductory approach to characterise the innovativeness profile of the selected producers, and to identify the influential agents or entities of a selection of 28 farmers. Given its introductory nature, it is not intended that the results be representative of the processes of adoption and diffusion of innovations

8. *Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming* among British farmers or of a specific area. It is only intended to obtain an approximation to the innovativeness profile of a series of producers. From this point of view, it is a prospective study that should serve to subsequently define new lines of research and, through representative samples, analyse which processes create bottlenecks or facilitate the exchange of knowledge and, therefore, the adoption of innovations. In order to achieve the objectives, the farmers were asked about the adoption of a total of eight practices that had been previously selected: four innovations for arable farmers (non-inversion tillage, precision farming, alternative fertilisation and machinery improvements) and four innovations for livestock farmers (pasture improvements, grazing improvements, animal welfare and hedgerow improvements). The specific objectives of this study are:

- To identify the innovations with the highest proportion of adoption;
- To identify the farmers with the highest rate of adoption of innovations;
- To identify the farmers with the highest speed of adoption of innovations; and
- To analyse the influential agents in the adoption of agricultural innovations.

To do this, we will address the following research questions:

- Which innovations are the most adopted?
- Which farmers have the highest rates of innovation?
- Which farmers who have innovated have the highest speeds of innovation?
- Which agents influence the adoption of innovations?

To answer the research questions, we have designed two types of analysis. The first one answers the first three research questions and is linked to the specific objectives 1, 2 and 3 and is based on a model of adoption index of innovations (cumulative frequency, innovation adoption index and speed of adoption index). The second, linked to objective 4, answers the last research question, and is based on the analysis of social networks (two-mode egocentric network) to identify the sources of information through influential agents on a time scale from 1990 to 2021.

In order to carry out the data collection, a survey was designed to fit our research objectives, structured in 3 parts: the attributes of the surveyed farmers, the innovations adopted (to calculate cumulative, adoption index and speed of adoption index) and the relationships with influential agents (to ascertain farmers' egocentric network) (see the survey in the annex).

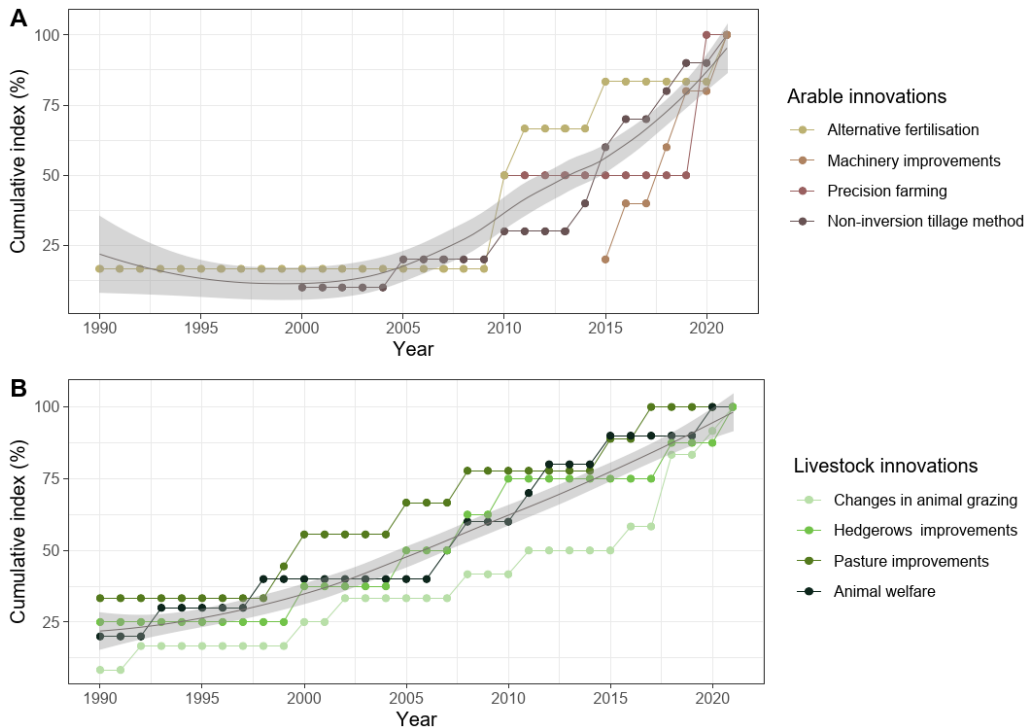
9.3 Main results

Of the 15 arable farmers surveyed, five responded that they had not introduced any innovations. Considering the farmers who did adopt the innovations, the arable farmers showed a lower adoption compared to the livestock farmers. If we compare the average

8. Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming

adoption rate over the cumulative frequencies, only one producer in the arable farmers had introduced a practice during 1990, whereas, in the same year, 8 of the 13 farmers in the livestock farmers reported having introduced any of the proposed practices. Thus, while the arable farmers, composed of 10 farmers, adopted any of the four selected practices on 23 occasions, the livestock farmers, composed of 13 farmers, did so on 39 occasions (Figure 21).

Figure 21. Cumulative index per year. Adoption of innovations according to type of innovation and type of farmer (arable and livestock) 1990 – 2021



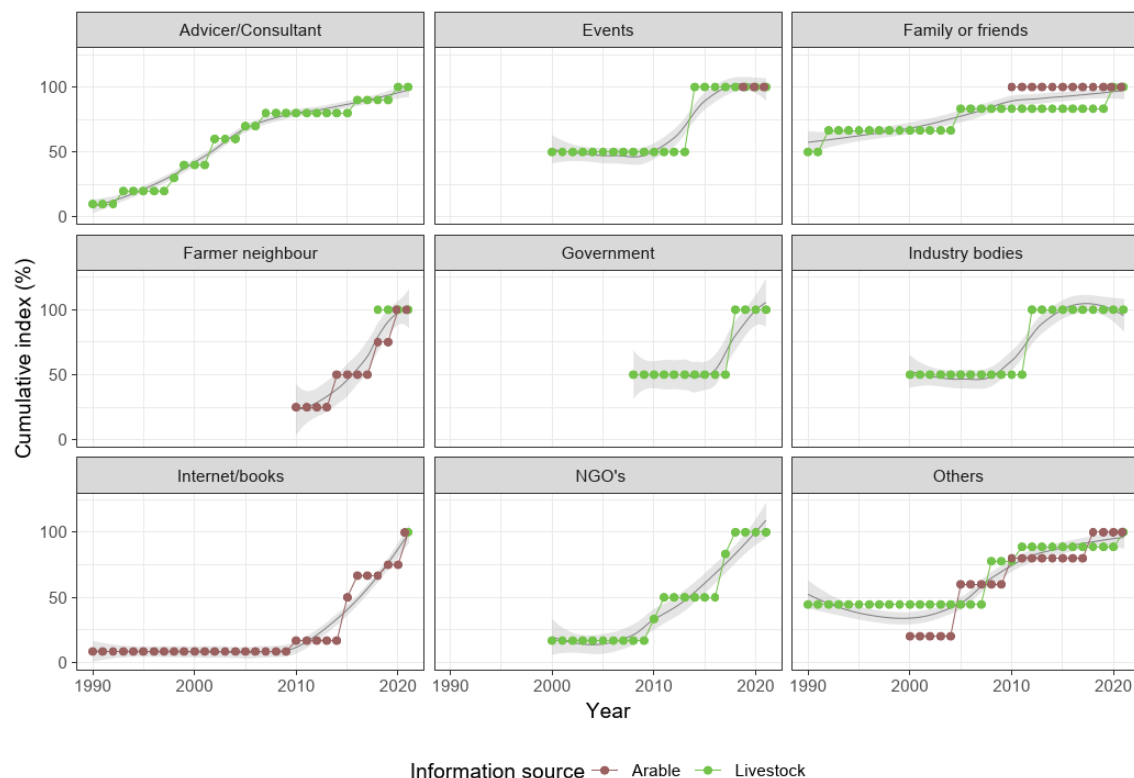
Source: own elaboration

9.3.1 Farmer's innovation adoption and two mode ego networks

Through the InAI and SAI indicators, relationships can be established between the proportion of innovations adopted by each farmer, the innovative character of the farmer and the influence of networking through connections with their information sources. In this way, and in relation to the categorisation of Rogers (2003) based on the SAI, we observe from "Innovators" farmers, for their speed and for being the first to innovate, to others categorised as "Laggards" farmers, as late adopters.

The arable farmers had a total of 23 connections and there were agents that did not influence the adoption of any of the innovations (government, Industry bodies, NGO's and Adviser/Consultant). In other words, none of the agents considered as formal, with the exception of "Event or Fair", influenced the adoption of innovations in the arable farmers. In contrast, the livestock farmers had a total of 39 connections with influencers, where all the agents listed in the survey influenced the adoption of innovations.

Figure 23. Cumulative index per year. This graph represents the source of innovations according to type of influencer (arable and livestock) 1990 – 2021



Source: own elaboration

For the arable farmers, the most important source of information was influential people from "Internet or books", which was mentioned up to 12 occasions.

Both the arable and livestock farmers indicated "Other" (personal reasons without the intervention of influential agents) as the second most important source, up to five and nine occasions, respectively. Within this source of information, the causes are mostly related to self-knowledge and the adoption of innovations based on their own experience.

"Family and friends" influenced the adoption of livestock practices up to six occasions. L10, a regenerative farming farmer, also indicated that the innovations he had adopted (animal welfare and changes in animal grazing) were influenced by family or close friends. With respect to neighbouring farmers influencing the adoption of innovations,

8. *Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming*
the arable farmers indicated that they had been influential on up to four occasions. For livestock farmers, neighbours in the area would have had a low influence with only one influential input coming from a nearby neighbour.

9.4 Conclusions and pendant questions

The adoption of agricultural innovations remains today an important part of the transition towards efficient and sustainable practices (Brunori et al., 2013; Merot et al., 2020). Knowledge sharing and the role of influential actors transcends geographical scales, as face-to-face is not necessary to have information that can drive innovations.

Without forgetting the prospective and introductory character of this study, it would contribute to a better understanding of the identification of influential actors or social entities that contribute to knowledge sharing and adoption processes, based on both farmers' innovation profiles and the importance of influential actors in the adoption of innovations. In addition, we contribute to the use of multiple analysis methodologies, which remains limited (Pathak et al., 2019).

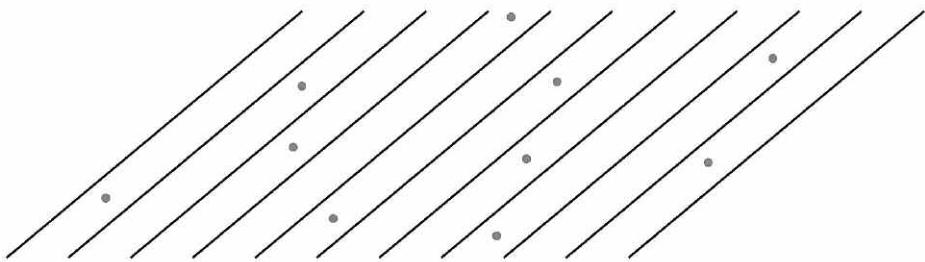
Importantly, social network analysis helps to understand complex processes linked to territory and institutions. The approach based on adoption index and speed of innovation adoption in relation to personal network analysis offer insights into many of the processes over time, and could be used to project future scenarios.

As such this study has developed a novel methodology that combines innovators' profiles with the analysis of egocentric mode two social networks, which opens up possibilities for analysis by combining different levels of actors, such as farmers and their relationship with other actors and entities. This reveals some interesting areas for future research to be applied in broader studies.

Through face-to-face data collecting, a larger sample, more innovations, and the use of semi-structured interviews, this research provides the way for the creation of more extensive fieldwork. Additionally, it makes it possible to compare information sources, innovative behaviour, and innovation adoption among UK farmers of both arable and livestock farmers.

9.5 Article

*Innovative Farming Practices and
Information Sources. An Analysis of
Trends in the United Kingdom's Arable
and Livestock Farming*



Rafael Mesa Manzano
Universitat de València, Spain

DOI: 10.4422/ager.2022.18

ager

Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural
Journal of Depopulation and Rural Development Studies

Innovative Farming Practices and Information Sources. An Analysis of Trends in the United Kingdom's Arable and Livestock Farming

Highlights:

1. Mixed methods allow for the identification of innovative actors within a network.
2. Egocentric two-mode network provides a clear picture of the information exchange processes between actors.
3. The exchange of knowledge and the role of influential actors transcends geographical scales.
4. Face-to-face is not necessary to have information that can boost innovations.

Abstract: The adoption and diffusion of innovations are closely related to farmers' characteristics and to the interaction and knowledge sharing with influential agents for the adoption of innovations. This introductory paper analyses the adoption trends of innovations by 28 farmers (15 arable and 13 livestock farmers) and the role of influencers as sources of information for the adoption of eight innovations in a UK survey. The results show, on the one hand, that some of the most innovative farmers are linked to older ages, while, on the other hand, networks composed of formal and informal actors may influence a higher adoption rate of innovations. The adoption rate and speed of innovations have proven to be a useful element of analysis in combination with the average degree of network centrality, thus facilitating the interpretation of the relationship between the farmer and the influential actors.

Keywords: Adoption innovation; diffusion innovation; transfer knowledge; knowledge sharing; social network analysis.

Prácticas agrícolas innovadoras y fuentes de información. Un análisis de las tendencias de la agricultura y la ganadería en el Reino Unido

Ideas clave:

1. Los métodos mixtos permiten la identificación de actores innovadores dentro de una red.
2. La red egocéntrica de dos modos proporciona una imagen clara de los procesos de intercambio de información entre los actores.
3. El intercambio de conocimientos y el papel de los actores influyentes trasciende las escalas geográficas.
4. El cara a cara no es necesario para tener información que pueda impulsar las innovaciones.

Resumen: La adopción y la difusión de innovaciones están estrechamente relacionadas con las características de los agricultores y con la interacción y el intercambio de conocimientos con agentes influyentes para la adopción de innovaciones. Este trabajo, de carácter introductorio analiza las tendencias de adopción de innovaciones por parte de 28 agricultores (15 agrícolas y 13 ganaderos) y el papel de los agen-

tes influyentes como fuentes de información para la adopción de ocho innovaciones, en una encuesta realizada en Reino Unido. Los resultados muestran, por un lado, que algunos de los agricultores más innovadores están vinculados a edades más avanzadas, mientras que, por otro lado, las redes compuestas por actores formales e informales pueden influir en un mayor índice de adopción de innovaciones. El índice de adopción y la velocidad de las innovaciones han demostrado ser un elemento de análisis útil en combinación con el grado medio de centralidad de la red, facilitando así la interpretación de la relación entre el agricultor y los actores influyentes.

Palabras clave: Adopción de innovaciones; difusión de innovaciones; transferencia de conocimiento; intercambio de conocimientos; análisis de redes sociales.

Received: 6th November 2022
Returned for revision: 4th December 2022
Accepted: 14th December 2022

How to cite this paper: Mesa, R. (2022). Innovative Farming Practices and Information Sources. An Analysis of Trends in the United Kingdom's Arable and Livestock Farming. *AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural (Journal of Depopulation and Rural Development Studies)*, (36), 159-194. <https://doi.org/10.4422/ager.2022.18>

Rafael Mesa Manzano. <https://orcid.org/0000-0001-9525-6700>
E-mail: rafael.mesa@uv.es

1. Introduction

The adoption and diffusion of innovations play an important role in agricultural systems and can contribute to economic and environmental sustainability (Cannarella & Piccioni, 2010; Tóth et al., 2020). The processes of adoption and diffusion of innovations are associated with the exchange of information between heterogeneous actors (Klerkx et al., 2010; Spielman et al., 2011). This aspect is considered by the Agricultural Innovation Systems (AIS), defined as, "*a network of organisations, enterprises, and individuals focused on bringing new products, new processes, and new forms of organisation into social and economic use*" (World Bank, 2007, p.18). Through the AIS perspective, direct connections between farmers and technology manufacturers have been analysed to shed light on the important role of input suppliers (Hornum & Bolwig, 2021), to investigate information network structures for agrobiodiversity management (Isaac, 2012), and to show the need for greater collaboration between research institutions, agricultural extension systems, civil society and private sector actors to improve innovation processes (Bhatta et al., 2017). However, scholars have identified the need to design multidimensional approaches to the study of the processes of diffusion and adoption of innovations, pointing out that multiple analysis studies remain scarce (Ruttan, 1996; Pathak et al., 2019).

In this sense, in recent years, multivariate approaches based on social capital and social network analysis, in combination with the characterisation of actors

through the analysis of innovation dynamics (rate and speed of adoption), have played a more relevant role. The aim has been to understand how an actor's position in the network is linked to the rate and speed of innovation adoption and the quality and strength of links with agricultural extension agents (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Susaeta et al., 2018). On the one hand, social capital approaches, the analysis of social networks in agricultural innovation systems, help to understand the importance of interactions and knowledge transfer between groups of agricultural farmers as well as between farmers and other agents (Spielman et al., 2011; Wood et al., 2014; Gailhard et al., 2015; Bavorová et al., 2020; Skaalsveen et al., 2020). On the other hand, through the use of indices, namely the Innovation Adoption Index (InAI) and the Speed of Adoption Index (SAI), they add to the actors the attributive characteristic of the innovator profile. Both the relational aspect and the adoption rates/speed revolve around the ability of the farmers the characteristics of the network and the type of innovations they adopt (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Susaeta et al., 2018).

Agriculture and livestock keepers generally adopt a large number of innovations or practices, which are very different from each other. These can range from innovations related to productivity, environmental sustainability, and the structure and organisation of the enterprise, among others. Both the analysis of technological adoption and the adoption of sustainable practices are two aspects frequently studied in the scientific literature (Doss, 2006; Rantala et al., 2018; Bucci et al., 2019). The adoption of sustainable agricultural practices, in this sense, covers a wide spectrum of innovations, ranging from those related to the adoption of conservation tillage (D'Emden et al., 2006; Bavorová et al., 2020), the adoption of environmentally sustainable practices (Mesa & Esparcia, 2021) and the adoption of organic fertilisers (Hasler et al., 2016) as well as other practices based on technical improvements (Ameur et al., 2013; Haji et al., 2020) and machinery adoption (Cavallo et al., 2014).

This paper is an introductory analysis of the trends in innovations adopted by arable and livestock farmers and their sources of information for the adoption of innovations. The main objective of this study is to characterise the innovation profile of selected farmers and to identify the influencing factors for a selection of 28 UK farmers by asking about the adoption of a total of eight innovations, four innovations for farmers (arable and livestock). The specific objectives are: to identify the innovations adopted, to identify the farmer innovators with the highest adoption rates and speed of adoption and to analyse the relationship with influential actors or entities. To achieve these objectives, two types of analysis are carried out, the first based on innovation indices and the second based on social network analysis (see more in section "3.1 Objectives").

2. *Theoretical-conceptual bases*

2.1. *Information networks and knowledge sharing*

Innovation diffusion processes start with the exchange of information between users (Rogers, 2003). Studies on the diffusion of innovations have highlighted the importance of studying knowledge exchange in a network perspective in order to gain a better understanding of social systems (Conley & Udry, 2010; Magnan et al., 2015). In this way, interactions between farmers and influential actors, such as government representatives, agricultural extension agents, other farmers, representatives of fairs or events, advisers or consultants and NGOs generate knowledge exchange processes by integrating into farming systems (Renting & Wiskerke, 2010; Spielman et al., 2011). Thus, farm advisors are a key stakeholder because of their influential role in providing expert technical advice on farms.

Several research studies have focused on the transfer of information between farmers, agricultural extension agents, influential actors and other stakeholders (Boahene et al., 1999; Wedajo et al., 2019), emphasising the role of opinion leaders in speeding up the diffusion of innovations (Yosua et al., 2019) and to analyse the positive effects provided by interaction with agricultural extension agents (Pachoud et al., 2019), as well as the influence of actors in decision making (Daouda & Bryant, 2016). However, the complexity of knowledge transfer and the importance of focusing on the benefits of innovations, their efficiency and their impact on the environment clear (Concu et al., 2020), and the obstacles posed by low interaction between actors have become apparent (Kebebe, 2019). For this reason, the network perspective in studies on the diffusion of innovations has become increasingly important (Conley & Udry, 2010; Magnan et al., 2015).

2.2. *Social Network Analysis*

Social Network Analysis (SNA) is a tool frequently used to analyse the processes of adoption and diffusion of innovations (Rogers, 2003; Valente, 2005). Social network analysis can be used to analyse peer-to-peer relationships, also called homophilic networks (members with similar status or similar characteristics) (Rogers, 2003). The

SNA approach has been widely used in agrarian and rural studies to analyse both opinion leaders in rural settings and opinion leaders in rural areas (Esparcia, 2014; Vercher, 2022), such as the role of farmers in knowledge sharing for the adoption of innovations (Wood et al., 2014; Infante, 2020; Skaalsveen et al., 2020; Niang et al., 2022). SNA studies generally have two main approaches: community-based studies (sociocentric networks) and studies focusing on individuals and their relationship with external agents or entities (egocentric networks). Through egocentric networks, key actors, called "ego", are selected and by means of a name generation questionnaire a network of connections is traced on the basis of a sample, with the aim of creating a network that connects the selected actor (ego) with actors with whom he/she is connected (called "alter") (Marsden, 2002; Perry et al., 2018; Scott & Carrington, 2011).

Relationships are not always with specific individuals, but with organisations, institutions, or relationships can be generated from events or fairs, or maintained as a source of information from other media (such as books, internet, magazines, etc.). ARS techniques solve this diversity of actors by means of what is known as two-mode networks (Borgatti & Everett, 1992). Corporate networks would be an example of an application, and they analyse the alterations that are common to various egos, and the reasons for this (Perry et al. 2018). Therefore, this type of methodology is useful for analysing innovation processes, understood as *"interactive learning between actors, between functional areas within a firm or relationships between firms, between users and farmers, and between firms and institutions"* (Etemad, 2004, p.48).

2.3. Rate of adoption and speed of adoption of innovations

Technology adoption models have been widely applied to analyse the adoption or rejection of agricultural technologies (Bass, 1969; Rogers, 2003). The diffusion process follows a cumulative "S" process that explains the probability of adoption by those who have not yet adopted. Following this approach, recent studies have focused on the processes of adoption and imitation, arguing that adopters may themselves be imitators and that the speed and timing of adoption depend on their degree of innovation and the degree of imitation among adopters (Sneddon et al., 2011; Wu et al., 2019). In this respect Rogers (2003) defined the profile of adopters in five categories, according to the moment of adoption of the innovation within a social system, such as "Innovators, Early adopters, Early majority, Late majority and Laggards".

The rate and speed of adoption are characteristics applied both to the adoption of new agricultural technologies and to the analysis of traditional practices (Batz et al., 2003). Innovation Adoption Indexes (InAI) and Speed of Adoption Indexes (SAI) have proven to be useful in characterising the dynamics of adoption and behaviour of adopters, both at the individual and community level, in arable and livestock farmers (Muñoz Rodríguez et al., 2007; Aguilar-Gallegos et al., 2017). InAI refers to the farmer characteristics that determine innovation adoption, while SAI describes the speed of adoption of innovations.

2.4. Innovations in arable and livestock farming

A large part of the innovations available to farmers can be integrated in different systems, such as conventional, regenerative, certified organic, non-certified organic and agroecological agriculture, both in agriculture and livestock.

In agricultural production, zero tillage has been the subject of research in most countries in Europe, Canada, Australia and elsewhere (D'Emden et al., 2006; Soane et al., 2012; Zikeli & Gruber, 2017; Skaalsveen et al., 2019). In the adoption of no-tillage, the role of intermediaries in knowledge sharing has been highlighted (Skaalsveen et al., 2020) and the importance of social capital, innovation networks and the active role of farmers in the transfer of knowledge (Ingram, 2010; Micheels & Nolan, 2016). The adoption of precision farming is a type of innovation that gives the farmer greater control over the farm, improves productivity, reduces economic waste, and increases environmental sustainability (Barnes et al., 2019; Eastwood et al., 2019). Some of the determinants of technology adoption in both UK and US organic farmers were associated with age and level of education (Adrian et al., 2005; Tiffin & Balcombe, 2011). The Farm Practices Survey Autumn 2019 - England (Defra, 2019) showed that 47 % of cereal growers had adopted technology for soil mapping, 75 % adopted precision farming to reduce costs and 77 % because it increases productivity.

As far as livestock husbandry practices are concerned, pasture improvement is a frequent activity to increase yields and its potential depends on soil structure, biodiversity and fertility. Correct pasture management and improvement has a high potential from the point of view of economic performance, improving the product but also for biodiversity (Coppa et al., 2011; Agriculture and Horticulture Development Board, 2018). Similarly, animal grazing involves numerous feeding practices such as dietary change, mob grazing or feeding supplementation. Some studies have looked

at different grazing systems (Coppa et al., 2011; Wallis De Vries et al., 2007). Decision-making to adopt changes in food management has been analysed taking into account the personal attributes of farmers and the adoption of mental calculation, intuition and experience to make these decisions (Nuthall & Bishop-Hurley, 1996).

Related to landscape conservation, hedgerows are a means of conserving biodiversity and are a part of the English landscape and culture. The implications of landscape management have led researchers to analyse its links to people, policy and protection (Oreszczyn & Lane, 2000). Finally, animal welfare is one of the most motivating aspects for farmers and is an improvement adopted by 95 % of farms, according to the Farm Practices Survey Autumn 2019 - England. According to this survey, 41 % of farmers said that financial barriers were the biggest obstacle to improving animal welfare, while 62 % of farms said they had already done all they could and were satisfied with their current level of animal welfare. This provides the rationale for the choice of innovations included in the survey.

3. Objectives, methodology and sources, areas or case studies

3.1. Objectives

The aim of this study is to undertake an introductory approach to characterise the innovativeness profile of the selected producers, and to identify the influential agents or entities of a selection of 28 farmers. Given its introductory nature, it is not intended that the results be representative of the processes of adoption and diffusion of innovations among British farmers or of a specific area. It is only intended to obtain an approximation to the innovativeness profile of a series of producers. From this point of view, it is a prospective study that should serve to subsequently define new lines of research and, through representative samples, analyse which processes create bottlenecks or facilitate the exchange of knowledge and, therefore, the adoption of innovations. In order to achieve the objectives, the farmers were asked about the adoption of a total of eight practices that had been previously selected: four innovations for arable farmers (non-inversion tillage, precision farming, alternative fertilisation and machinery improvements) and four innovations for livestock farmers

(pasture improvements, grazing improvements, animal welfare and hedgerow improvements). The specific objectives of this study are: 1) to identify the innovations with the highest proportion of adoption; 2) to identify the farmers with the highest rate of adoption of innovations; 3) to identify the farmers with the highest speed of adoption of innovations; and 4) to analyse the influential agents in the adoption of agricultural innovations. To do this, we will address the following research questions: 1) Which innovations are the most adopted? 2) Which farmers have the highest rates of innovation? 3) Which farmers who have innovated have the highest speeds of innovation? and 4) Which agents influence the adoption of innovations?

To answer the research questions, we have designed two types of analysis. The first one answers the first three research questions and is linked to the specific objectives 1, 2 and 3 and is based on a model of adoption index of innovations (cumulative frequency, innovation adoption index and speed of adoption index). The second, linked to objective 4, answers the last research question, and is based on the analysis of social networks (two-mode egocentric network) to identify the sources of information through influential agents on a time scale from 1990 to 2021.

3.2. The survey and area of study

In order to carry out the data collection, a survey was designed to fit our research objectives, structured in three parts: the attributes of the surveyed farmers, the innovations adopted (to calculate cumulative, adoption index and speed of adoption index) and the relationships with influential agents (to ascertain farmers' egocentric network) (see the survey in the annex). This also explains the dispersion of the surveys collected, as we shall see in the following paragraphs (Table 1).

Survey design: the design process of this survey was iterative, taking into account advice from both practitioners and academics. To ensure the accuracy of the survey, a pilot-test was first conducted with three volunteer farmers with a long background in arable and livestock development. Through this test, it was found that some of the questions on personal network analysis added complexity, as well as some of the innovations being too complex. As a result, a second phase of consultation with academics and farmers was conducted, leading to the selection of eight general innovations that could encompass different practices, e.g. hedgerow improvements, erosion reduction, and improved animal welfare.

When we started the survey, we encountered numerous difficulties in conducting face-to-face fieldwork because of the fear of COVID-19 infection. For this reason, the final survey was adapted to an online survey format. This was done using the online platform JISC, which allows for the design of surveys focused on research domains.

Survey implementation: the survey was then implemented in two ways. First, through a combination of purposive sampling through known contacts and snowballing to ensure that a large number of farmers were aware of the survey. Secondly, a link was shared in September 2021 through multiple channels, email with known contacts, advertised, posted on relevant websites, agricultural forums and social media.

Among all sources used, the survey had a reach of 642 (based on total views on the JISC platform) with only 28 complete responses, representing 4.4 % of total views. Of the 28 responses received, 15 were from arable farmers and five of them indicated that they had not introduced the innovation practices they were asked about, while the remaining 13 were from livestock farmers and all of them had adopted at least one of the four innovations they were asked about. The survey was collected from farmers and livestock breeders in diverse locations in UK, thus explaining the dispersion of the information sources (Table 1).

As can be seen, the low response rate is in line with some recent studies (Ambrose-Oji et al., 2022; Maye et al., 2022). The scattering of the study is explained by the means used for the survey, due to the limitations resulting from the pandemic, both the scope of the surveyed and limitations to delimit the study area. It is for this reason that this work reaffirms its introductory character, as the available sample is not representative to analyse the diffusion and adoption processes of innovations, and it also does not allow for significant differences between farmers and livestock farmers in the United Kingdom. Given that the results are of a qualitative nature, this study can be useful to analyse trends and establish future lines of research.

In addition, the limited choice of innovations may also have excluded some innovations that farmers are undertaking. As such these results can be seen as indicative rather than definitive. It cannot be concluded that some farmers are more innovative than others, but rather, that for specific innovations those who responded had higher indices.

3.3. Methodology: attributes data collection and analysis

Attributes of the farmers: we asked about age, gender, level of education, type of crop, location, form of sale, form of ownership, area, type of production (horticultural, cereal, animal) and production system, (agro-ecological, conventional, organic non-certification, organic with certification, regenerative farming) (Table 1). These attributes and other aspects such as relationships can determine the ability to innovate, understood as a type of aptitude or skill (Aguilar-Gallegos et al., 2016).

Adopted innovations: we selected eight innovations (four arable and four livestock) described above from three main sources: 1) innovations that frequently appear in the scientific literature on adoption and diffusion processes, both in arable and livestock; 2) innovations collected in Defra Farm Practice survey (Defra, 2019); 3) consultation of agricultural experts, both farmers and academics. The selected innovations are: for the arable farmers, a) non-inversion tillage; 2) alternative fertilisation; 3) precision farming; 4) machinery improvements; and for the livestock farmers 1) animal welfare improvements 2) Pasture improvements 3) hedgerow management improvements 4) Animal grazing improvements. This data was used to calculate the cumulative index which indicates which innovations are the most adopted.

Adoption index and Speed of innovation adoption index: data was collected for respondents' years of innovation adoption (1990 to 2021) in order to analyse the rates of adoption and speed of innovations.

Analysis: following the analysis of Muñoz Rodríguez et al. (2007), we use the indicators referred to by the authors. These are the cumulative index, the innovation adoption index and the innovation speed index.

Table 1.
Crop types, location and characteristics (age and education level)
of respondents

	Arable N = 15 (53,6 %)	Livestock N = 13 (46,4 %)	Total
Arable/Livestock			
Cereal	3 (10 %)		3 (10 %)
Horticulture	12 (42 %)		12 (42 %)
Beef cattle		4 (14 %)	4 (14 %)
Dairy cattle		2 (7 %)	2 (7 %)
Sheep		7 (25 %)	7 (25 %)
Location			
East Midlands	(0 %)	1 (3 %)	1 (3 %)
East of England	3 (11 %)	1 (3 %)	4 (14 %)
North East	(0 %)	1 (3 %)	1 (3 %)
North West	2 (7 %)	2 (7 %)	4 (14 %)
Scotland	2 (7 %)	1 (3 %)	3 (11 %)
South East	4 (14 %)	3 (11 %)	7 (25 %)
South West	2 (7 %)	2 (7 %)	4 (14 %)
Wales	1 (3 %)	1 (3 %)	2 (7 %)
West Midlands	1 (3 %)	1 (3 %)	2 (7 %)
Sex			
Female	6 (21 %)	6 (21 %)	12 (42 %)
Male	9 (32 %)	7 (25 %)	16 (57 %)
Age			
25 - 34	3 (11 %)	1 (3 %)	4 (14 %)
35 - 44	2 (7 %)	3 (10 %)	5 (17 %)
45 - 54	3 (11 %)	1 (3 %)	4 (14 %)
55 - 64	6 (21 %)	6 (21 %)	12 (42 %)
65 - 74	1 (3 %)	1 (3 %)	2 (6 %)
75 +	0 (0 %)	1 (3 %)	1 (3 %)
Studies			
A-Level or equivalent	2 (7 %)	2 (7%)	4 (14 %)
Below GCSE	1 (3 %)	0 (0 %)	1 (3 %)
Doctoral degree or equivalent	2 (7 %)	2 (7 %)	4 (14 %)
GCSE or equivalent	2 (7 %)	0 (0 %)	2 (7 %)
HND/BA/BSc degree or equivalent	4 (14 %)	7 (25 %)	11 (39 %)
MA/MSc degree or equivalent	4 (14 %)	2 (7 %)	6 (21 %)

Source: own elaboration

The indicators have been developed as described below:

Cumulative index:

$$f_i \frac{n_i}{N_i}$$

Cumulative index : where f_i is the absolute frequency, the number of times the value is in the set; and N_i is the sum of the cumulative absolute frequency.

Innovation Adoption Index (InAI):

$$InAI_i \frac{IA}{k}$$

$InAI_i$: adoption index of innovations of the i-th farmer; IA : innovations adopted; k : Total number of innovations

Speed of Adoption Index (SAI):

$$SAI_i \frac{(survey\ year + 1) - YIA}{(survey\ year + 1) - minimum\ year}$$

SAI_i : indicator of speed of adoption of the i-th individual in the j-th innovation; j : year in which field data is collected; YIA : Year of innovation Adoption: year in which the individual adopted the innovation; $minimum\ year$: minimum year of adoption.

3.5. Farmers' ego networks two mode network: data collection and analysis

Data collection: Based on Perry et al. (2018), questions were adapted under a personal network analysis approach for the online survey. These were as follows:

1. For each of the innovations, respondents were asked to list the type of agent that had influenced the adoption of innovations. For this, they were provided with a list of potential influential agents and asked to select one agent for each adopted innovation from (Representative of Advisers/Consultant (private or public), Family or Friends, Farmer neighbour, Farmers in event or fair, NGO's (e.g., FWAG, Soil Association, Innovative Farmers), Industries bodies (NFU, AHDB), Internet or books influencers and Others. This list was derived from other studies of the AKIS in UK (Skaalsveen et al., 2020).

2. Next respondents were asked whether they were aware of any exchange of information between the above-mentioned people in relation to the innovations listed above. In this way, a relationship is drawn between various "alters" in order to identify groups where agricultural knowledge exchange is taking place.

Analysis: In order to compare the arable and livestock networks on the basis of the farmers' responses, we divide the innovation networks into three time periods, where in each one we add the accumulated years of the previous period: a first period of 10 years from 1990 to 2000; a second period of 20 years, from 1990 to 2020; and a third period from 1990 to 2021 (Figure 3). In this way, not only do we have a visual sequence with which to interpret the relationships, but by means of a simple calculation, such as the average degree, we can identify which networks have a higher proportion of connections with respect to the nodes (Perry et al., 2018).

$$\textit{Average Degree} = \frac{\textit{Total Edges}}{\textit{Total Nodes}}$$

Average Degree: average number of edges per node in the graph.

Total Edges: total number of ties (connections between nodes) in a network.

Total Nodes: total number of actors or entities in a network (with or without connections).

4. Results

4.1. Farmers' attributes

Half of the farmers surveyed are over 55 years old (53 %) and of these, 42 % are in the 55–64 age group. Divided by gender, 12 respondents are women and 16 are men.

The highest number of farmers is found in the agro-ecological systems with six women and four men, representing 35 % of the total. The next highest number of responses belong to conventional agriculture, with three women and five men, representing 28 % of the sample. Both the agroecological and conventional farmers are the

only ones with doctoral level degrees. Non-certified organic farming and regenerative farming have the same number of responses, one woman and three men, respectively, representing 14 % in each case. The lowest number of responses were for certified organic agriculture (two), one woman and one man, together representing 7 % of the sample.

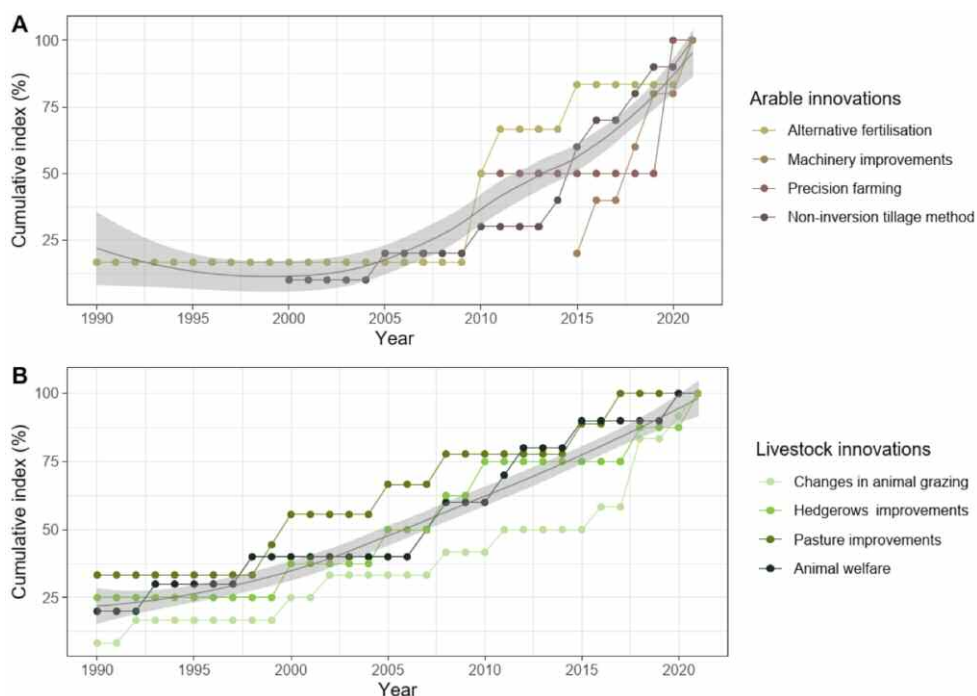
In the arable farming, the main crops are grown in conventional and regenerative farming systems and oriented to cereal production, while the other systems, such as agroecological and organic (with or without certification) have horticultural production (vegetables and fruits). In livestock farming, we observed the absence of organic certification but a high number of agroecological sheep (four) and beef cattle (one) farmers and one organic beef cattle farmer. On the other hand, conventional farmers who responded produce beef cattle (two), dairy cattle (two) and sheep (two). Finally, one regenerative agriculture farmer is mainly beef cattle production.

4.2. Arable and livestock farmers' innovations and their networks

4.2.1. Arable and livestock innovations

Of the 15 arable farmers surveyed, five responded that they had not introduced any innovations. Considering the farmers who did adopt the innovations, the arable farmers showed a lower adoption compared to the livestock farmers. If we compare the average adoption rate over the cumulative frequencies, only one producer in the arable farmers had introduced a practice during 1990, whereas, in the same year, eight of the 13 farmers in the livestock farmers reported having introduced any of the proposed practices. Thus, while the arable farmers, composed of 10 farmers, adopted any of the four selected practices on 23 occasions, the livestock farmers, composed of 13 farmers, did so on 39 occasions (Figure 1).

Figure 1.
Cumulative index per year. Adoption of innovations according to type of innovation and type of farmer (arable and livestock) 1990 – 2021



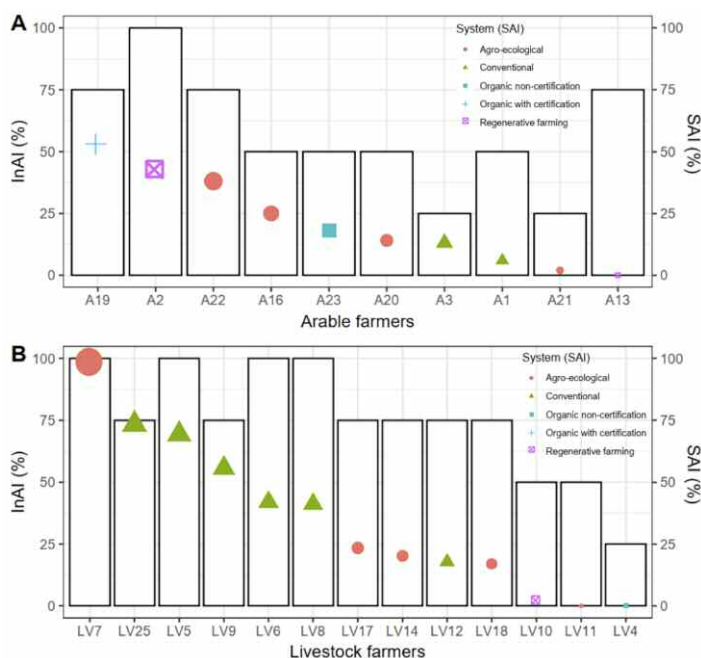
Source: own elaboration.

4.2.2. Farmer's innovation adoption and two mode ego networks

Through the InAI and SAI indicators, relationships can be established between the proportion of innovations adopted by each farmer, the innovative character of the farmer and the influence of networking through connections with their information sources. In this way, and in relation to the categorisation of Rogers (2003) based on the SAI, we observe from "Innovators" farmers (A19 and LV7), for their speed and for being the first to innovate, to others categorised as "Laggards" farmers, as late adopters (A21, A13 and LV10, LV11, LV4) (see SAI in Figure 2). Thus, the categorisation based on the indicators can be related to the network characteristics according to the information sources of each farmer such as those shown in the study: innovative farmers based on self-knowledge, farmers whose networks are exclusively formal or

informal, farmers with mixed networks (formal and informal) and farmers without knowledge sharing network. Below, in Figure 3, the white triangle represents formal connections, while the white circles represent informal ones.

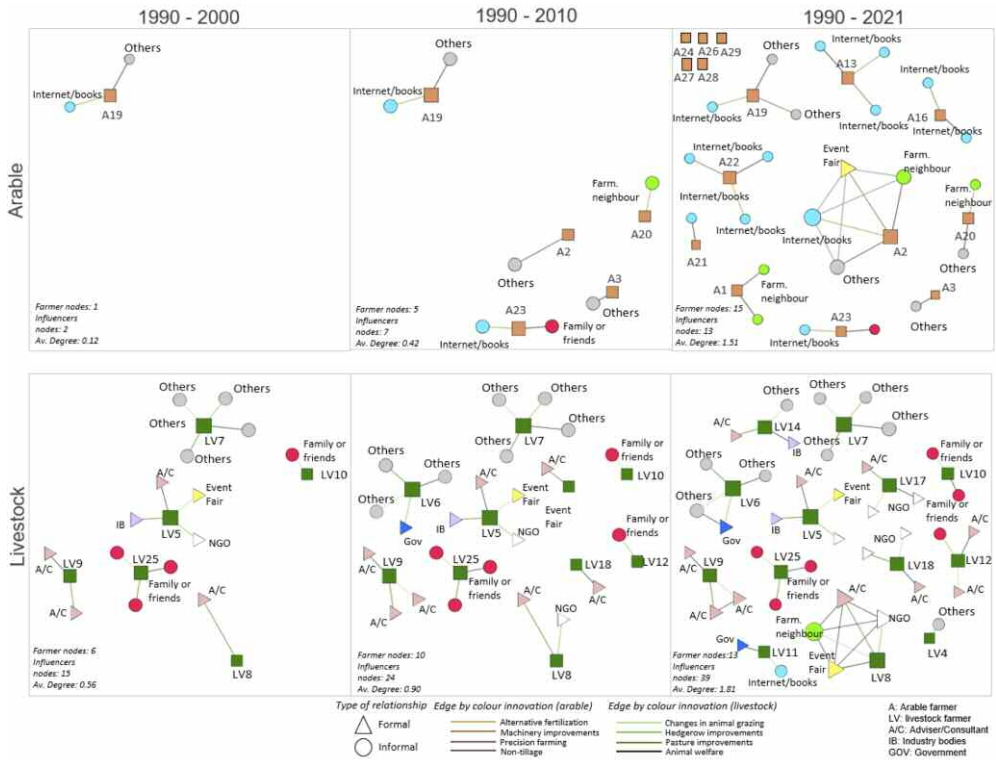
Figure 2.
Arable (A) and livestock (B) farmers adopters (InAI & SAI)



Source: own elaboration.

As described we observe farmers who adopt innovations and are fast innovators (InAI and SIA= 100 %) whose information source is not linked to any entity but are farmers with self-taught behaviour (LV7), farmers with exclusively formal networks linked to information sources such as Advisor/Consultant Event or Fair, Industry bodies and NGOs (LV5 with InAI= 100 % and SIA= 75 %), farmers with mixed networks (A2 and LV8) and others whose networks are exclusively with "Family and friends" (LV25) or informal networks linked to self-knowledge through books or internet (A22, A13, A16).

Figure 3.
Farmers and Influencers networks development over time (1990–2021)



Source: own elaboration.

We also show that farmers who mentioned complete interaction networks in which all actors know each other, as shown by arable (A2) and livestock (LV8) farmers in Figure 3. This type of information exchange networks between formal and informal actors indicates, by the diversity of links, a heterogeneous type of network, where a group of actors' exchange information with each other. Each type of innovation comes from a different type of information source, and therefore, we understand that this diversity of innovation sources indicates greater possibilities to innovate by having information from several sources. In this sense, the characteristics of the individual farmer in terms of personality (predisposition to innovate), farming system

(conventional or organic) and attributes such as age and level of education can be considered in the definition of the individual profiles.

The farmers' network has been represented in three time periods corresponding to the total study period, which is 31 years (1990 - 2000; 1990 - 2010; 1990 - 2021). In the first period (1990 - 2000), farmers have a degree of centrality of 0.12 while that of livestock farmers is five times higher (0.56). This suggests a significant difference in the initial network, which is maintained over time. Thus, in the second period, between 1990 - 2010, livestock farmers have a total of ten farmers (four more than in the first ten years) and a total of 24 connections with influential actors, of which 12 are formal and 12 informal. In this period, while farmers have a network with an average degree of centrality of 0.42, that of livestock farmers is more than double (0.90). Finally, in the last period (1990 - 2021) the average degree between both farmers is close to 1.69 for arable crops and 1.81 for livestock farmers, indicating a proximity between nodes and connections. Farmers added a considerable number of nodes in the last period. In addition, farmers have only one connection to formal agents, which corresponds to "Companies at events or fairs". Livestock farmers, on the other hand, with 13 farmers, have a total of 39 connections with agents that are divided between formal and informal. Of these, 20 correspond to formal agents "Advisors/Consultants" and 19 to informal networks, mainly with "Family and friends" and "Others".

4.2.3. Source of innovations

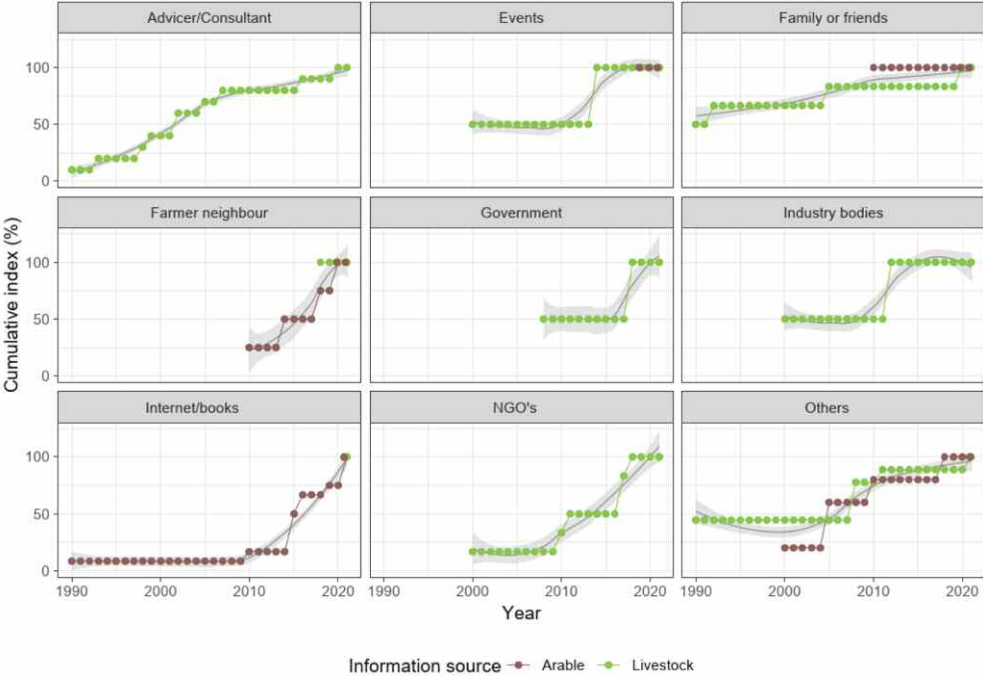
The sources of information selected in the survey are listed above (Figure 4). The results showed that there is a clear difference in the relationships with influencers between arable and livestock. This can be seen both in Figure 3 on the cumulative index and in Figure 4, where the connections between farmers and influencers as sources of information for the adoption of innovations are observed.

The arable farmers had a total of 23 connections and there were agents that did not influence the adoption of any of the innovations (government, Industry bodies, NGO's and Adviser/Consultant). In other words, none of the agents considered as formal, with the exception of "Event or Fair", influenced the adoption of innovations in the arable farmers. In contrast, the livestock farmers had a total of 39 connections with influencers, where all the agents listed in the survey influenced the adoption of innovations.

Adviser/Consultant agents were the most influential in the adoption of innovations in the livestock farmers (pasture improvement, animal welfare

improvement on four occasions and on two occasions with changes in animal grazing). Two livestock farmers (LV9 and LV12) indicated that most of their innovations came from sources such as Adviser/Consultant, (three and two innovations, respectively). Both LV9 and LV12 run their livestock activity under a conventional system with sales to intermediaries.

Figure 4. Cumulative index per year. This graph represents the source of innovations according to type of influencer (arable and livestock) 1990 – 2021



Source: own elaboration.

For the arable farmers, the most important source of information was influential people from "Internet or books", which was mentioned up to 12 occasions. The practice most related to consultation of "Internet or books" was the non-inversion tillage

method (five occasions), alternative fertilisation (four occasions), machinery improvements (three occasions) and the use of alternative fertilisation (four occasions).

Both the arable and livestock farmers indicated "Other" (personal reasons without the intervention of influential agents) as the second most important source, up to five and nine occasions, respectively. Within this source of information, the causes are mostly related to self-knowledge and the adoption of innovations based on their own experience.

"Family and friends" influenced the adoption of livestock practices up to six occasions. L10, a regenerative farming farmer, also indicated that the innovations he had adopted (animal welfare and changes in animal grazing) were influenced by family or close friends. With respect to neighbouring farmers influencing the adoption of innovations, the arable farmers indicated that they had been influential on up to four occasions. For livestock farmers, neighbours in the area would have had a low influence with only one influential input coming from a nearby neighbour.

5. Discussion

The first observation from the results is that higher innovation adoption index (InAI) and speed of innovation index (SIA) are associated with older producers, who have not only earlier starts in the adoption of innovations but also more practical experience and accumulated knowledge (García et al., 2007). This is in contrast Zarazúa et al., (2012), who link a lower adoption index to older ages, and contrary to the received wisdom that older farmers are less innovative. This is an area worthy of further investigation.

The second observation is that the innovation adoption index (InAI) and the speed of innovation adoption index (SAI) are higher overall for livestock farmers than for arable farmers. They also differ by farming system type, while the highest innovation adoption index and rapidity of innovation index in the arable farmers corresponds to farmers who have alternative systems such as regenerative agriculture and agroecological, the highest index in the livestock farmers corresponds to conventional farmers with only one agroecological farmer. Studies have highlighted the dynamic and innovative profile of agroecological producers (Mesa & Esparcia, 2021), however the distinction between the innovative of arable and livestock farmers with respect to these systems has not been unpacked.

A third observation concerns the heterogeneity of information sources, between formal and informal actors. The arable farmers were far less likely to use 'formal' agents as sources of innovation information compared to livestock farmers. In this sense, the heterogeneity of the actors is what has been defining agricultural innovation systems (Klerkx et al., 2010; Spielman et al., 2011). The relational aspect based on knowledge transfer has highlighted the usefulness of a typology to describe heterogeneous modes of adoption (Choi, 2016). This study differentiated between transitions to agroecology through state- and community-driven agro-innovations, i.e., between hierarchical governance (referred to in our study as "formal") and community or "informal" governance, whose relationships are based on actors such as other farmers, friends and family, internet or book influencers and other aspects, such as those related to self-knowledge. The complementarity between formal and informal networks has demonstrated a specialisation in agroecological systems (Choi, 2016). Thus, while formal links have the direct advantage over objective issues such as advice, regulatory actions, etc., informal networks have the advantage of being able to make use of local social capital and the accumulated knowledge of close networks, such as spousal relationships, friendships or relationships with other farmers. As other research has shown, proximity relationships are extremely important (Brinkley, 2018). This aligns with our results that show the livestock farmers having a higher number of innovations, both driven by informal and formal influences, although with a low participation of neighbouring producers (see Figure 3 and 4).

The presence of two cohesive sub-networks in both arable and livestock indicates that there are a limited number of networks where multi-directional knowledge exchange is taking place (this can be seen in period three of Figure 3). While it could be thought that cohesive networks of knowledge exchange respond to a geographical logic given the proximity between producers and influential agents (Niang et al., 2022), it is not clear whether this is the case in the case of arable and livestock in our study. This only occurs in the livestock network, while the arable network does not respond to the logic of geographical proximity but to other variables.

A fourth observation is related to the creation of links with influential networks that are located in digital spaces such as the internet, as a place of knowledge transfer. In the case of the arable farmers, the connections and knowledge transfer through the internet for the adoption of innovations was significantly higher than in the livestock farmers. This study also takes one step by including digital environments as the Internet as another type of source of information that is not usually contemplated in studies on the adoption of innovations. According to the study conducted by Charatsari & Lioutas (2013) the use of the internet as a tool for

agricultural information is usually used for quick decision making, while for complex issues Adviser/Consultants remain the most effective source.

6. *Conclusions*

The adoption of agricultural innovations remains today an important part of the transition towards efficient and sustainable practices (Brunori et al., 2013; Merot et al., 2020). Knowledge sharing and the role of influential actors transcends geographical scales, as face-to-face is not necessary to have information that can drive innovations.

Without forgetting the prospective and introductory character of this study, it would contribute to a better understanding of the identification of influential actors or social entities that contribute to knowledge sharing and adoption processes, based on both farmers' innovation profiles and the importance of influential actors in the adoption of innovations. In addition, we contribute to the use of multiple analysis methodologies, which remains limited (Pathak et al., 2019).

Importantly, social network analysis helps to understand complex processes linked to territory and institutions. The approach based on adoption index and speed of innovation adoption in relation to personal network analysis offer insights into many of the processes over time, and could be used to project future scenarios.

As such this study has developed a novel methodology that combines innovators' profiles with the analysis of egocentric mode two social networks, which opens up possibilities for analysis by combining different levels of actors, such as farmers and their relationship with other actors and entities. This reveals some interesting areas for future research to be applied in broader studies.

7. *Future orientations*

Through face-to-face data collecting, a larger sample, more innovations, and the use of semi-structured interviews, this research provides the way for the creation

of more extensive fieldwork. Additionally, it makes it possible to compare information sources, innovative behaviour, and innovation adoption among UK farmers of both arable and livestock farmers.

8. *Acknowledgments*

I gratefully acknowledge Julie Ingram for helping with this study's design, both in terms of the survey's development and her writing-process advice.

I am especially appreciative of the assistance the University of Gloucestershire's Countryside and Community Research Institute provided in managing the surveys.

This research has been funded by the Spanish Ministry of Universities through the FPU17/02591 pre-doctoral contract. The stay in the United Kingdom was partially funded by the international mobility aid of 2021, within the University of Valencia's Mobilitat Erasmus Postgrau program.

9. *Annex*

This section shows the online survey conducted. It is divided into five sections: 1) attributes of the farmers; 2) attributes of the production system; 3) questions about the adoption of innovations; 4) answers about the actors or influential entities in the adoption of the adopted innovations; 5) relationships between the influential actors or entities.

The survey was designed as a logical sequence. Depending on whether the respondent was a farmer or a rancher and on the statements regarding the adoption of innovations (Yes/No) the survey followed one path or the other.

SECTION I: ATTRIBUTES

1. Farmers' attributes

1.1 What is your gender?

- Female
- Male
- Other
- I prefer not to say

1.2 Which age bracket do you fall in?

- 18 - 24
- 25 - 34
- 35 - 44
- 45 - 54
- 55 - 64
- 65 - 74
- +75

1.3 What is your highest level of qualification?

- Below GCSE
- GCSE or equivalent
- A-Level or equivalent
- HND/BA/BSc degree or equivalent
- MA/MSc degree or equivalent
- Doctoral degree or equivalent
- Other

1.4 In which region is your farm located?

- South East; London
- North West
- East of England
- West Midlands
- South West

- Yorkshire and the Humber
- East Midlands
- North East; Scotland
- Northern Ireland
- Wales
- Other (outside UK)

1.5 Which town are you nearby?

1.6 Attributes of the farmers' production system

- 1.7 How would you describe your main farming system?
- Organic with certification
- Organic non-certification
- Agro-ecological
- Regenerative farming
- Conventional
- Other

1.8 What is your main type of farm?

- Arable
- Livestock

1.9 What is your main type of crop?

- Cereal
- Other arable crops (Sugar beet, maize, forage, fodder, oilseeds, protein crops)
- Potatoes
- Horticulture (vegetables, fruit crops)
- Temporary pasture
- Permanent pasture
- Woodland
- Other

1.10 Total hectares in your farm:

1.11 What is your main type of livestock?

- Dairy cattle
- Beef cattle
- Sheep
- Poultry
- Pigs
- Other

1.12 Number of animals:

1.13 Total hectares:

SECTION II: ADOPTION OF INNOVATIONS

2. Questions about innovations

2.1 Arable

Practice 1: Have you introduced pasture improvements? Yes/No

Practice 2: Have you made any significant changes that improve animal welfare? Yes/No

Practice 3: Have you made changes in animal grazing, feeding and supplementation (e.g. mob grazing, dietary change)? Yes/No

Practice 4: Do you carry out practices for the improvement or extension of hedgerows or borders or other landscape elements? Yes/No

2.2 Livestock

Practice 5: Do you use alternative fertilisation methods or fertilisers (e.g. biofertilizers, inoculants, etc)? Yes/No

Practice 6: Have you introduced precision farming techniques (e.g. variable rate application, yield mapping)? Yes/No

Practice 7: Do you carry out any non-inversion tillage method? Yes/No

Practice 8: Have you made any improvements to machinery and equipment? (e.g. purchased or upgraded a tractor, implement or auxiliary equipment)? Yes/No

SECTION III: SOURCES OF INFORMATION

3. Questions about the actors and/or entities influencing the adoption of innovations.

3.1 Year did you introduce the practice on your farm: Select a year between 1990 -2021.

3.2 Who was the main influence on your decision to try this practice?

- Farmer neighbour
- Family or friends
- Representative of company
- Representative of company or farmers in event or fair
- Representative of Adviser/Consultant (private or public)
- Representative of Industry bodies (NFU, AHDB)
- Representative of NGOs (FWAG, Soil Association, Innovative Farmers)
- Representative of Government (for regulations/recommendations)
- Influencer in Internet (social media, YouTube, etc.)
- Other

3.3 Location of this influencer (or nearby town):

3.4. Relationships between actors and entities based on the innovations adopted:

If you ticked "Yes" in more than one of the above answers, can you tell us whether the persons who influenced you to introduce the practices share any professional information with each other?

3.5 Arable

Influencers from Practice 1 and Practice 2 share information with each other:
Yes/No

Influencers from Practice 1 and Practice 3 share information with each other:
Yes/No

Influencers from Practice 1 and Practice 4 share information with each other:
Yes/No

Influencers from Practice 2 and Practice 3 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 2 and Practice 4 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 3 and Practice 5 share information with each other:

Yes/No

3.6 Livestock

Influencers from Practice 5 and Practice 6 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 5 and Practice 7 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 5 and Practice 8 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 6 and Practice 7 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 6 and Practice 8 share information with each other:

Yes/No

Influencers from Practice 7 and Practice 8 share information with each other:

Yes/No

10. References

Adrian, A. M., Norwood, S. H., & Mask, P. L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 48(3), 256-271. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.04.004>

Agriculture and Horticulture Development Board (2018). *Improving Pasture for better returns*. Retrieved from: http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp-content/uploads/2018/04/pastureBR_WEB_2018_04_25.pdf (10/12/2022).

Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*, 32(140), 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>

- Aguilar-Gallegos, N., Olvera Martínez, J. A., González Martínez, E. G., Aguilar Ávila, J., Muñoz Rodríguez, M., & Santoyo Cortés, H. (2017). The network intervention for catalysing agricultural innovation. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 28(1), 9-31. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.653>
- Ambrose-Oji, B., Goodenough, A., Urquhart, J., Hall, C., & Karlsdóttir, B. (2022). 'We're Farmers Not Foresters': Farmers' Decision-Making and Behaviours towards Managing Trees for Pests and Diseases. *Forests*, 13(7), 1-19. <https://doi.org/10.3390/f13071030>
- Ameur, F., Hamamouche, M. F., Kuper, M., & Benouniche, M. (2013). The domestication of a technical innovation: diffusion of drip irrigation in two villages in Morocco. *Cahiers Agricultures*, 22(4), 311-318. <https://doi.org/10.1684/agr.2013.0644>
- Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T., & Gómez-Barbero, M. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*, (80), 163-174. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2018.10.004>
- Bass, F. M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15(5), 215-227.
- Batz, F.-J., Janssen, W., & Peters, K. J. (2003). Predicting technology adoption to improve research priority - Setting. *Agricultural Economics*, 28(2), 151-164. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(02\)00119-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(02)00119-6)
- Bavorová, M., Unay-Gailhard, ., Ponkina, E. V, & Pila ová, T. (2020). How sources of agriculture information shape the adoption of reduced tillage practices? *Journal of Rural Studies*, (79), 88-101. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.034>
- Bhatta, G. D., Ojha, H. R., Aggarwal, P. K., Sulaiman, V. R., Sultana, P., Thapa, D., Mittal, N., Dahal, K., Thomson, P., & Ghimire, L. (2017). Agricultural innovation and adaptation to climate change: empirical evidence from diverse agro-ecologies in South Asia. *Environment, Development and Sustainability*, 19(2), 497-525. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9743-x>
- Boahene, K., Snijders, T. A. B., & Folmer, H. (1999). An integrated socioeconomic analysis of innovation adoption: The case of hybrid cocoa in Ghana. *Journal of Policy Modeling*, 21(2), 167-184. [https://doi.org/10.1016/s0161-8938\(97\)00070-7](https://doi.org/10.1016/s0161-8938(97)00070-7)
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (1992). Regular blockmodels of multiway, multimode matrices. *Social Networks*, 14(1-2), 91-120.
- Brinkley, C. (2018). The smallworld of the alternative food network. *Sustainability*, 10(8), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su10082921>
- Brunori, G., Barjolle, D., Dockes, A.-C., Helmlé, S., Ingram, J., Klerkx, L., Moschitz, H., Nemes, G., & Tisenkopfs, T. (2013). CAP Reform and Innovation: The Role of Learning and Innovation Networks. *EuroChoices*, 12(2), 27-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1746-692X.12025>.
- Bucci, G., Bentivoglio, D., Finco, A., & Belletti, M. (2019). Exploring the impact of innovation adoption in agriculture: How and where Precision Agriculture Technologies can be suitable for the Italian

- farm system? In T. E.P. (ed.), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (pp. 1-8). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/275/1/012004>
- Cannarella, C., & Piccioni, V. (2010). "Do the right thing": Innovation diffusion and risk dimensions in the passage from conventional to organic agriculture. *Journal of Central European Agriculture*, 11(1), 113-130. <https://doi.org/10.5513/jcea01/11.1.831>
- Cavallo, E., Ferrari, E., Bollani, L., & Coccia, M. (2014). Attitudes and behaviour of adopters of technological innovations in agricultural tractors: A case study in Italian agricultural system. *Agricultural Systems*, (130), 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.012>
- Charatsari, C., & Lioutas, E. D. (2013). Of Mice and Men: When Face-to-Face Agricultural Information is Replaced by a Mouse Click. *Journal of Agricultural and Food Information*, 14(2), 103-131. <https://doi.org/10.1080/10496505.2013.774276>
- Choi, H. (2016). A typology of agro-innovation adoptions: the case of organic farming in Korea. *Regional Environmental Change*, 16(6), 1847-1857. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0932-4>
- Concu, G. B., Atzeni, G., Meleddu, M., & Vannini, M. (2020). Policy design for climate change mitigation and adaptation in sheep farming: Insights from a study of the knowledge transfer chain. *Environmental Science and Policy*, (107), 99-113. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.02.014>
- Conley, T. G., & Udry, C. R. (2010). Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana. *American Economic Review*, 100(1), 35-69. <https://doi.org/10.1257/aer.100.1.35>
- Coppa, M., Verdier-Metz, I., Ferlay, A., Pradel, P., Didienné, R., Farruggia, A., Montel, M. C., & Martin, B. (2011). Effect of different grazing systems on upland pastures compared with hay diet on cheese sensory properties evaluated at different ripening times. *International Dairy Journal*, 21(10), 815-822. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2011.04.006>
- D'Emden, F. H., Llewellyn, R. S., & Burton, M. P. (2006). Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 630-647. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.07.003>
- Daouda, O., & Bryant, C. R. (2016). Analysis of power relations among actors and institutions in the process of agricultural adaptation to climate change and variability from the diffusion of innovations perspective. In: C. R. Bryant, M. A. Sarr, & K. Délusca (eds.), *Agricultural Adaptation to Climate Change*. (pp. 27-51). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31392-4_3
- Defra (2019). *Defra. Farm Practices Survey October 2019*. Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/statistics/farm-practices-survey-october-2019-general> (10/12/2022).
- Doss, C. R. (2006). Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural Economics*, 34(3), 207-219. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0864.2006.00119.x>
- Eastwood, C., Ayre, M., Nettle, R., & Dela Rue, B. (2019). Making sense in the cloud: Farm advisory services in a smart farming future. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, (90-91). <https://doi.org/10.1016/J.NJAS.2019.04.004>

- Esparcia, J. (2014). Innovation and networks in rural areas. An analysis from European innovative projects. *Journal of Rural Studies*, (34), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.12.004>
- Etemad, H. (2004). *International entrepreneurship in small and medium size enterprises: Orientation, environment and strategy*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781845421557.00001>
- Gailhard, . U., Bavorová, M., & Pirscher, F. (2015). Adoption of agri-environmental measures by organic farmers: The role of interpersonal communication. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(2), 127-148. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.913985>
- García, J. G., Martínez, Ú. F., & Martínez, M. M. C. (2007). La difusión de la agricultura ecológica en Europa. *Investigaciones Regionales*, (11), 71-92.
- Haji, L., Valizadeh, N., Rezaei-Moghaddam, K., & Hayati, D. (2020). Analyzing iranian farmers' behavioral intention towards acceptance of drip irrigation using extended technology acceptance model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(5), 1177-1190. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085364625&partnerID=40&tmd5=1c93c5b1fd5528e9a17fc776826ffff5>
- Hasler, K., Olf, H.-W., Omta, O., & Bröring, S. (2016). Drivers for the adoption of eco-innovations in the German fertilizer supply chain. *Sustainability*, 8(8), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su8080682>
- Hornum, S. T., & Bolwig, S. (2021). A functional analysis of the role of input suppliers in an agricultural innovation system: The case of small-scale irrigation in Kenya. *Agricultural Systems*, (193), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103219>
- Infante, F. (2020). A social network explanation for labour exchange dynamics in traditional and mechanized agricultural systems (the secano interior, Chile). *Ager: revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural*, (30), 69-95. <https://doi.org/10.4422/ager.2020.09>
- Ingram, J. (2010). Technical and Social Dimensions of Farmer Learning: An Analysis of the Emergence of Reduced Tillage Systems in England. <http://Dx.Doi.Org/10.1080/10440040903482589>, 34(2), 183-201. <https://doi.org/10.1080/10440040903482589>
- Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrodiversity. *Agricultural Systems*, (109), 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.011>
- Kebebe, E. (2019). Bridging technology adoption gaps in livestock sector in Ethiopia: A innovation system perspective. *Technology in Society*, (57), 30-37. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.12.002>
- Klerkx, L., Aarts, N., & Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103(6), 390-400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>
- Magnan, N., Spielman, D. J., Lybbert, T. J., & Gulati, K. (2015). Leveling with friends: Social networks and Indian farmers' demand for a technology with heterogeneous benefits. *Journal of Development Economics*, (116), 223-251. <https://doi.org/10.1016/J.JDEVCO.2015.05.003>
- Marsden, P. V. (2002). Egocentric and sociocentric measures of network centrality. *Social Networks*, 24(4), 407-422. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(02\)00016-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(02)00016-3)

- Maye, D., Chivers, C., Enticott, G., Lenormand, T., Tomlinson, S., & Shearman, H. (2022). *Exploring farmer and stakeholder attitudes towards the vaccination of cattle against bovine tuberculosis*. Retrieved from: <https://eprints.glos.ac.uk/id/eprint/11885> (10/12/2022).
- Merot, A., Fermaud, M., Gosme, M., & Smits, N. (2020). Effect of conversion to organic farming on pest and disease control in French vineyards. *Agronomy*, *10*(7), 1-18. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10071047>
- Mesa, R., & Esparcia, J. (2021). Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, *41*(1), 133-159. <https://doi.org/10.5209/aguc.76727>
- Micheels, E. T., & Nolan, J. F. (2016). Examining the effects of absorptive capacity and social capital on the adoption of agricultural innovations: A Canadian Prairie case study. *Agricultural Systems*, (145), 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.03.010>
- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., & Altamirano Cárdenas, J. R. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias*. Universidad Autónoma Chapingo. Retrieved from: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/b07f180f-35e8-439a-925b-47aef4fd8101/content> (10/12/2022).
- Niang, A., Torre, A., & Bourdin, S. (2022). Territorial governance and actors' coordination in a local project of anaerobic digestion. A social network analysis. *European Planning Studies*, *30*(7), 1251-1270. <https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1891208>
- Nuthall, P. L., & Bishop-Hurley, G. J. (1996). Expert systems for animal feeding management Part II: Farmers' attitudes. *Computers and Electronics in Agriculture*, *14*(1), 23-41. [https://doi.org/10.1016/0168-1699\(95\)00035-6](https://doi.org/10.1016/0168-1699(95)00035-6)
- Oreszczyń, S., & Lane, A. (2000). The meaning of hedgerows in the English landscape: Different stakeholder perspectives and the implications for future hedge management. *Journal of Environmental Management*, *60*(1), 101-118. <https://doi.org/10.1006/JEMA.2000.0365>
- Pachoud, C., Labeyrie, V., & Polge, E. (2019). Collective action in Localized Agrifood Systems: An analysis by the social networks and the proximities. Study of a Serrano cheese producers' association in the Campos de Cima da Serra/Brazil. *Journal of Rural Studies*, (72), 58-74. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.10.003>
- Pathak, H. S., Brown, P., & Best, T. (2019). A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. *Precision Agriculture*, *20*(6), 1292-1316. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09653-x>
- Perry, B. L., Pescosolido, B. A., & Borgatti, S. P. (2018). *Egocentric network analysis: foundations, methods, and models*. <https://doi.org/10.1017/9781316443255>.
- Rantala, T., Ukko, J., Saunila, M., & Havukainen, J. (2018). The effect of sustainability in the adoption of technological, service, and business model innovations. *Journal of Cleaner Production*, (172), 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.009>

- Renting, H., & Wiskerke, H. (2010). New Emerging Roles for Public Institutions and Civil Society in the Promotion of Sustainable Local Agro Food Systems. *Transitions towards Sustainable Agriculture: From Farmers to Agro-Food Systems, 1902-1912*.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. The Free Press.
- Ruttan, V. W. (1996). What happened to technology adoption-diffusion research? *Sociologia Ruralis*, 36(1), 51-73. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.1996.tb00004.x>
- Scott, J. P., & Carrington, P. J. (2011). *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. Sage Publications Ltd.
- Skaalsveen, K., Ingram, J., & Clarke, L. E. (2019). The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review. *Soil and Tillage Research*, (189), 98-109. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2019.01.004>
- Skaalsveen, K., Ingram, J., & Urquhart, J. (2020). The role of farmers' social networks in the implementation of no-till farming practices. *Agricultural Systems*, (181), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102824>
- Sneddon, J., Soutar, G., & Mazzarol, T. (2011). Modelling the faddish, fashionable and efficient diffusion of agricultural technologies: A case study of the diffusion of wool testing technology in Australia. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(3), 468-480. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.005>
- Soane, B. D., Ball, B. C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., & Roger-Estrade, J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, (118), 66-87. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2011.10.015>
- Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195-212. <https://doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y>
- Susaeta, F. L., Maino, M., Lapierre, L., Oviedo, P., Riquelme, R., Villarroel, A. B., Quintrel, M., Hervé-Claude, L. P., & Cornejo, J. (2018). The adoption of good practices for pesticides and veterinary drugs use among peasant family farmers of Chile. *Agronomy*, 8(10), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy8100219>
- Tiffin, R., & Balcombe, K. (2011). The determinants of technology adoption by UK farmers using Bayesian model averaging: the cases of organic production and computer usage. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 55(4), 579-598. <https://doi.org/10.1111/J.1467-8489.2011.00549.X>
- Tóth, J., Migliore, G., Balogh, J. M., & Rizzo, G. (2020). Exploring innovation adoption behavior for sustainable development: The case of Hungarian food sector. *Agronomy*, 10(4), 1-12. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040612>
- Valente, T. W. (2005). Network Models and Methods for Studying the Diffusion of Innovations. In P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis* (pp. 98-116). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811395.006>

- Vercher, N. (2022). Una aproximación al concepto de innovación social y a su contribución en los estudios de desarrollo territorial. *TERRA: Revista de Desarrollo Local*, (10), 138-163. <https://doi.org/10.7203/terra.10.24424>
- Wallis De Vries, M. F., Parkinson, A. E., Dulphy, J. P., Sayer, M., & Diana, E. (2007). Effects of live-stock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effects on animal diversity. *Grass and Forage Science*, 62(2), 185-197. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2494.2007.00568.X>
- Wedajo, D. Y., Belissa, T. K., & Jilito, M. F. (2019). Harnessing indigenous social institutions for technology adoption: 'Afoosha' society of Ethiopia. *Development Studies Research*, 6(1), 152-162. <https://doi.org/10.1080/21665095.2019.1678187>
- Wood, B. A., Blair, H. T., Gray, D. I., Kemp, P. D., & Kenyon, P. R. (2014). Agricultural Science in the Wild: A Social Network Analysis of Farmer Knowledge Exchange. *PLoS ONE*, 9(8), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105203>
- World Bank. (2007). *Enhancing agricultural innovation: how to go beyond the strengthening of research systems: World Bank*.
- Wu, X., Xiong, J., Li, H., & Wu, H. (2019). The myth of retail pricing policy for developing organic vegetable markets. *Journal of Retailing and Consumer Services*, (51), 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.02.013>
- Yosua, A., Chang, S., & Deguchi, H. (2019). Opinion leaders' influence and innovations adoption between risk-averse and risk-taking farmers. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 15(2), 121-144. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2019.102168>
- Zarazúa, J.-A., Almaguer-Vargas, G., & Rendón-Medel, R. (2012). Capital social. Caso red de innovación de maíz en Zamora, Michoacán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(68), 105-124.
- Zikeli, S., & Gruber, S. (2017). Reduced Tillage and No-Till in Organic Farming Systems, Germany—Status Quo, Potentials and Challenges. *Agriculture*, 7(4), 35. <https://doi.org/10.3390/AGRI-CULTURE7040035>

8. *Article 4: Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom's arable and livestock farming*

10. **Artículo 5: Influencia de las redes sociales en la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sostenible. Un análisis de tendencias en la Comunidad Valencia.**

Article 5: Influence of social networks on the adoption and diffusion of innovations in sustainable agriculture. An analysis of trends in the Valencia Region

10.1 Introducción y justificación

El presente artículo se centra en el análisis de intercambio de conocimiento para la adopción de innovaciones en la agricultura sostenible en la Comunidad Valenciana, a través de una encuesta a 98 agricultores y 35 entrevistas. Los estudios relacionados con estas investigaciones hacen referencia a que la agricultura está experimentando procesos de transición y transformación hacia métodos de producción más sostenibles (Chabert & Sarthou, 2020; Willer et al., 2021).

Estos procesos envuelven distintos sistemas de producción, tales como la agricultura convencional bajo enfoques de sostenibilidad, la agricultura de conservación, la agroecología, la agricultura integrada o la certificación agraria (Chabert & Sarthou, 2020; Gomiero et al., 2011). En estos sistemas de producción, la cooperación entre agricultores y otras partes interesadas facilitan los procesos de adopción de prácticas sostenibles (Ingram et al., 2015). En los procesos de transición hacia sistemas agrarios sostenibles, hay una serie de factores que tienen un papel fundamental en el desempeño de la difusión de innovaciones (Adnan et al., 2018; Faure et al., 2019; Skaalsveen et al., 2020). Entre estos destacan, por un lado, las características individuales de los agricultores y, por otro, el intercambio de conocimientos entre agricultores y entidades, como por ejemplo centros de investigación, empresas, oenegés, o centros de formación).

En este sentido, este estudio se articula en base a los fundamentos de los Agricultural Knowledge and Information Systems (AKIS). Los AKIS surgieron, en parte, como respuesta a los retos de la teoría de la difusión de innovaciones (Assefa et al., 2012) y se han aplicado en un amplio número de investigaciones (Klerkx et al., 2017; Knierim et al., 2015; Masi et al., 2022).

El concepto de AKIS permite diagnosticar las diferentes formas organizativas que limitan o facilitan los procesos de transferencia de conocimiento, teniendo también en cuenta que todos los actores del sistema tienen interés en el proceso de generación y difusión de conocimiento (Assefa et al., 2012).

En primer lugar, hacemos uso de los índices previamente utilizados (artículo 2 y artículo 4) con una muestra más amplia, con la finalidad de obtener un análisis más detallado de los procesos de adopción de innovaciones. Estos índices son, el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) e Índice de Rapidez de Adopción de Innovaciones (InRAI o “SAI” en sus siglas en inglés) (Aguilar Gallegos et al., 2017; Susaeta et al., 2018).

En segundo lugar, dada la importancia de los procesos de interacción entre actores clave y partes interesadas, los académicos han destacado la utilidad del ARS para analizar el intercambio de conocimiento agrario entre actores (nodos) y sus conexiones (ejes) (Albizua et al., 2019; Infante, 2020; Mesa & Esparcia, 2021). Dentro del análisis de redes, el enfoque de análisis de redes egocéntricas es especialmente útil para mapear la red de relaciones desde la perspectiva de un solo actor (ego) con respecto a sus relaciones (alter) (Marsden, 2002; Perry et al., 2018). Este tipo de redes, y concretamente, las redes de dos modos, permiten analizar las relaciones entre actores de diversa topología como, por ejemplo, las conexiones entre agentes e instituciones (Borgatti & Everett, 1992; Burchard

9. *Artículo 5: Influencia de las redes sociales en la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sostenible. Un análisis de tendencias en la Comunidad Valencia* & Cornwell, 2018; Perry et al., 2018). El rol de intermediarios en los procesos de difusión de conocimiento de los AKIS juega un papel muy importante en la transmisión de conocimiento y la utilidad de la aplicación práctica del mismo. A nivel de redes egocéntricas el grado de intermediación y el grado de centralidad son medidas frecuentemente utilizadas para analizar la posición de los actores, tanto desde el punto de vista de las relaciones con otros actores o entidades como del grado de intermediación dentro en una red de intercambio de conocimiento. La intermediación permite detectar la ubicación intermedia de un nodo a lo largo de relaciones indirectas, mientras que el grado representa el número de vínculos que tiene cada actor dentro de la red permitiendo detectar actores con posiciones privilegiadas (Carnovale & Yenyurt, 2014; Marsden, 2002).

10.2 Hipótesis y objetivos

Los objetivos de este estudio se basan en el análisis de la adopción de innovaciones y las redes de los agricultores:

- 1) Identificar qué sistemas agrícolas (entre agroecológicos y convencionales que realizan un tipo de agricultura sostenible) tienen una mayor tasa de adopción y rapidez de adopción de innovaciones de esta manera se pretende.
- 2) Mapear las redes de actores (agricultores encuestados) y entidades (sus fuentes de información) que actúan como estimulantes de la difusión de innovaciones, es decir, definir y analizar las redes sociales en las que se insertan los agricultores y que constituyen sus vías de difusión y adopción de innovaciones.

Para ilustrar la utilidad del enfoque se realizó una encuesta a 98 agricultores y 35 entrevistas en la Comunidad Valenciana entre los años 2020 y 2021. La muestra recoge agricultores bajo un sistema de producción sostenible, lo que incluye agricultores con y sin certificación ecológica, agricultores que desarrollan una actividad ecológica por sustitución de insumos y agricultores agroecológicos, cuyos estándares de sostenibilidad y protección por el medio ambiente son frecuentemente más elevados. Para nuestro caso de estudio nos referiremos a “agricultores agroecológicos” (estándares elevados de sostenibilidad) y agricultores “convencionales” (estos realizan una agricultura por sustitución de insumos y se encuentran en una fase de transición hacia una agricultura sostenible).

10.3 Resultados principales

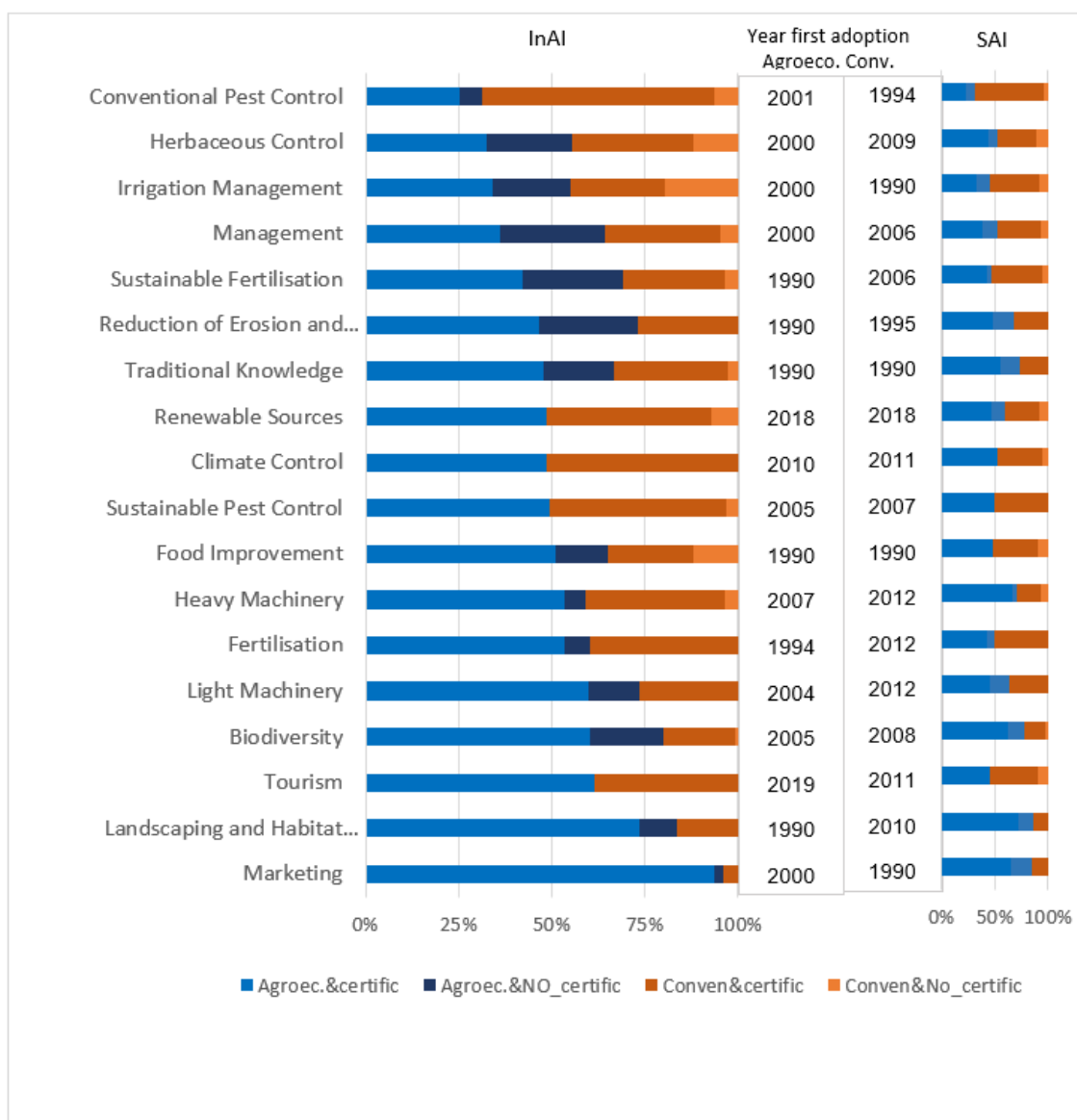
10.3.1 Índices de adopción y rapidez de adopción de innovaciones

En primer lugar, en el siguiente gráfico (Figura 24) se muestran los resultados del Índice de adopción de Innovaciones (InAI) y el Índice de Rapidez Adopción de Innovaciones

9. Artículo 5: Influencia de las redes sociales en la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sostenible. Un análisis de tendencias en la Comunidad Valencia (SAI) por cada una de las prácticas de la encuesta. Los resultados de esta encuesta indican que, por un lado, la adopción de innovaciones en la agricultura agroecológica está relacionada con prácticas que mejoran la biodiversidad (80%), la calidad del suelo (74%) (por medio de técnicas de reducción de la erosión y compactación), el conocimiento tradicional (67%) y la comercialización (98%). Este tipo de innovaciones engloba la diversificación de los cultivos, el uso reducido de agroquímicos, la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos, la aplicación de una variedad de actividades agroforestales, la siembra directa y la producción. Por otro lado, los agricultores convencionales introdujeron prácticas relacionadas con el control de plagas (68%), el uso de energía procedente de fuentes renovables (51%), el control climático (49%), control de plagas sostenible (50%), la maquinaria pesada (40%), la fertilización (40%), control de herbáceas (45%) y gestión del riego (46%). Estas innovaciones están destinadas a mejorar la producción, la calidad y la eficiencia.

Así, observamos que, con el InRAI y el año de adopción de la práctica agrícola, las primeras innovaciones adoptadas por los agricultores agroecológicos se relacionan principalmente con la comercialización (año 2000), la mejora del paisaje y los hábitats (1990), la adopción de maquinaria pesada (2007), el conocimiento tradicional (1990) y la reducción de la compactación del suelo (1990). Por otro lado, las primeras innovaciones adoptadas por los agricultores convencionales, se relacionan con el control de plagas convencional (1994) y sostenible (2007), la mejora de los alimentos (1990), la fertilización (2012), el turismo (2011) y el control del riego (1990).

Figura 24. Índice de Adopción de Innovaciones (InAI), Speed Adoption Index (SAI) and the year of the first adoption.



Fuente: elaboración propia

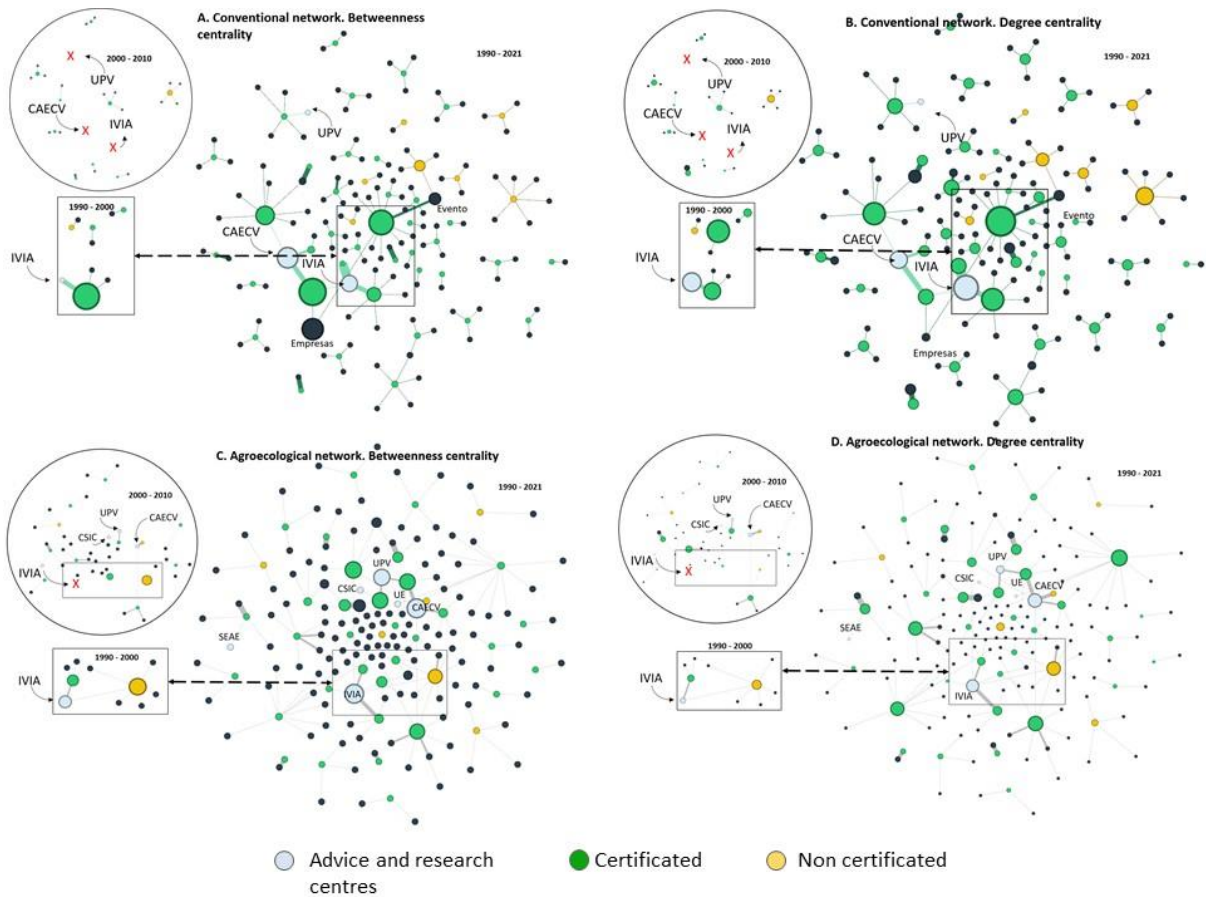
10.3.2 Composición de la red, actores y entidades: grado de centralidad e intermediación

Los resultados del análisis se han presentado con una separación de las redes de agricultores agroecológicos y convencionales en tres fases temporales cada una (Fase 1: 1990–2000; Fase 2: 2000–2010; Fase 3: 2010–2021) (ver Figura 25). Por un lado, estas fases se representan el año de adopción para ilustrar el momento de interacción con otros actores o entidades, mostrando el alcance de influencia de los agricultores encuestados, esto facilita el análisis de las fuentes de intercambio de conocimiento a través de la identificación de la posición dentro de la red. Por otro lado, mediante el grado medio, es posible visualizar de manera sencilla los nodos con mayor número de conexiones, lo que permite determinar los actores o entidades con mayor peso en una red. De esta manera,

9. Artículo 5: Influencia de las redes sociales en la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sostenible. Un análisis de tendencias en la Comunidad Valenciana

el grado medio se convierte en una herramienta útil para analizar los patrones de conectividad de la red y comprender cómo se distribuyen las relaciones entre los diferentes actores.

Figura 25. Fuentes y redes de información (grado de centralidad e intermediación). Las redes se han simplificado omitiendo el resto de actores y entidades, las cuales se analizan al largo del texto.



Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Grado de centralidad distribuido en tres fases temporales (la última fase incluye la red completa). (*) Entidades de asesoramiento agrario.

	Agroeco.	Conv.	Agroeco.	Conv.	Agroeco.	Conv.
	1990 - 2000		2000 - 2010		2010 - 2021	
Agricultores	7 (78%)	1 (20%)	14 (48%)	3 (17%)	56 (39%)	41 (31%)
Amigos			1 (3%)	4 (22%)	10 (7%)	30 (23%)
Familia			1 (3%)	2 (11%)	8 (6%)	9 (7%)
Empresas		3 (60%)	1 (3%)	2 (11%)	19 (13%)	16 (12%)

9. Artículo 5: Influencia de las redes sociales en la adopción y difusión de innovaciones en la agricultura sostenible. Un análisis de tendencias en la Comunidad Valenciana

Eventos			1 (3%)	2 (11%)	8 (6%)	12 (9%)
Gobierno				1 (6%)	5 (3%)	4 (3%)
Consumidores					2 (1%)	
Cooperativa						
Organizaciones			4 (7%)	2 (11%)	10 (7%)	10 (8%)
Formación				1 (6%)	2 (1%)	1 (1%)
Técnicos			2 (7%)	1 (6%)	7 (5%)	3 (2%)
CAECV*			2 (7%)		5 (3%)	3 (2%)
UPV*			1 (3%)		3 (2%)	1 (1%)
IVIA*	2 (22%)	1 (20%)			6 (4%)	3 (2%)
SEAE*			1 (3%)		1 (1%)	
CSIC*			1 (3%)		1 (1%)	
Total	9 (100%)	5 (100%)	29 (100%)	18 (100%)	143 (100%)	133 (100%)

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Grado de intermediación distribuido en tres fases temporales (la última fase incluye la red completa). (*) Entidades de asesoramiento agrario.

	Agroeco.	Conv.	Agroeco.	Conv.	Agroeco.	Conv.
	1990 - 2000		2000 - 2010		2010 - 2021	
Agricultores					180	
Amigos					245	15
Familia					392	
Empresas					392	294
Eventos						124
Gobierno						
Consumidores					180	
Cooperative						
Organizaciones						
Formación						
Técnicos						
CAECV*			5		862	282
UPV*					685	202
IVIA*	0,06					
SEAE*						
CSIC*						

Fuente: elaboración propia

Si por medio de grado de centralidad se observan las interacciones (a través del número de conexiones con otros nodos), con el grado de intermediación se puede realizar una

lectura detallada del liderazgo, en cuanto a su función como puente de información por parte de actores o entidades (número de veces que la información pasa por un nodo determinado).

En lo que se refiere al grado de centralidad, en la primera fase analizada (1990 - 2000), tanto los agricultores agroecológicos como los convencionales innovaron bajo la influencia del IVIA con el mismo número de relaciones. Los agricultores, los amigos y las empresas, se mencionaron como fuentes de información para la adopción de innovaciones por parte de los agricultores convencionales, mientras que en la red de agricultores agroecológicos solamente se mencionaron otros agricultores, aparte del IVIA, como fuente de información. En esta misma fase, el IVIA es el nodo con mayor intermediación en red de agricultores agroecológicos, mientras que en la red de agricultores convencionales, no hay ninguna entidad ni actor destacado. En ambas redes, los propios agricultores entrevistados actuaron como nodos intermedios, con un peso muy bajo.

En la segunda fase (2000 - 2010), el IVIA dejó de estar presente para los agricultores agroecológicos y convencionales, y otros actores empezaron a estar presentes en el proceso de intercambio de información. En el caso de los agricultores convencionales, se mantuvieron las conexiones con agricultores, amigos y empresas, a las que se añadieron eventos, familia, gobierno, organizaciones y técnicos como fuentes de información en esa etapa. Durante esta fase, cobró relevancia la irrupción de los eventos como fuente de transmisión de conocimiento. En cuanto a los agricultores agroecológicos, durante el periodo entre el 2000 y 2010, los amigos, el CAECV y la UPV adquirieron un protagonismo destacado por encima del resto. En la red de agricultores convencionales, destacan únicamente los agricultores no certificados y, en menor medida, los agricultores certificados como nodos intermediadores. En la red de agroecológicos esto se invierte, siendo los certificados los nodos intermedios con mayor peso. Además, el CAECV comienza a tener presencia como fuente de intermediación en la red.

En el periodo 2010 - 2021, el CAECV, el IVIA tuvieron un mayor número de conexiones que destacaron por encima del resto de actores o entidades, tales como agricultores, amigos, organizaciones, gobierno o empresas. Esto también sucedió en la red de agricultores agroecológicos, donde el IVIA y el CAECV fueron mencionados en numerosas ocasiones como fuentes de conocimiento. Además, otras relaciones también adquirieron protagonismo, aunque en menor medida que las anteriores, como la relacionada con la formación de agricultores, la relación con la UPV y con empresas. Los nodos con un mayor grado de intermediación en esta fase de la red de agricultores convencionales son, en mayor medida, las empresas, el CAECV, el IVIA, los Eventos y los propios agricultores entrevistados certificados y, en menor medida, los agricultores no certificados y los amigos.

En la red de agricultores agroecológicos destacan, con un elevado grado de intermediación, el CAECV, el IVIA, la UPV, Empresas, Familia y Amigos y, menor medida, los clientes y otros agricultores mencionados.

10.4 Conclusiones y cuestiones pendientes

La adopción de prácticas agrícolas sostenibles no solo está impulsando la transición hacia sistemas más respetuosos con el medio ambiente, sino que también promueve la economía local con productos de calidad. Este proceso de transición, está impulsado por la creciente concienciación de los agricultores acerca de la importancia de producir alimentos saludables y de preservar el paisaje y los sistemas de producción agrícola.

En este sentido, el entorno relacional desempeña un papel crucial en la adopción de un modelo agrícola sostenible. En el entorno relacional para el intercambio de conocimiento, encontramos, tanto actores informales (como amigos, familiares y otros agricultores), como actores formales (centros de investigación, asesoramiento, instituciones, organizaciones, gobierno, empresas y eventos). Todos ellos contribuyen a fomentar el intercambio de información y de innovaciones, que evolucionan a lo largo del tiempo. Analizar estos procesos resulta útil para identificar los actores y entidades que han facilitado la información necesaria para la adopción de innovaciones, y para comprender su papel en cada fase de estudio hasta el momento actual.

El presente estudio se centró en la Comunidad Valenciana (España), con el fin de analizar el proceso de difusión y adopción de innovaciones un método de análisis combinado, partiendo de las características individuales de los agricultores, y con ello, dibujar el mapa relacional de cada de ellos.

En primer lugar, las estructuras de red que se construyen mediante la adopción de innovaciones no reflejan el coste económico y riesgo de la adopción. El análisis de redes puede explicar cuán innovador es un actor y qué posición ejerce dentro de una red de intercambio de información agrícola. Por lo tanto, las variables analizadas podrían explicar el comportamiento y predisposición a innovar, pero faltaría el componente económico sujeto al riesgo de adopción.

En segundo lugar, estructurar el análisis bajo una secuencia temporal ha resultado ser útil para detectar ausencias de nodos con posición de liderazgo en otras fases temporales. Este aspecto es útil para detectar las causas de procesos de adopción que están teniendo lugar de manera lenta, o simplemente no están ausentes. Por lo tanto, es importante analizar las debilidades y la ausencia de actores o entidades innovadoras en cada una de las fases, con la finalidad de dirigir procesos de innovación y aumentar la productividad bajo estándares sostenibles.

Finalmente, variables como la edad y el nivel de estudios no pudieron explicar el entorno relacional ni el carácter innovador de los agricultores encuestados. Este tipo de análisis destaca un aspecto esencial para analizar y acercar el concepto de los AKIS a la aplicación práctica a través del análisis de redes personales.

11. General conclusions, policy recommendations and next steps in the research

11.1 Analysis of the processes of adoption and diffusion of sustainable agricultural innovations

The starting point of this doctoral thesis is to analyse the processes of adoption and diffusion of innovations in sustainable agriculture in the Valencian Community. Based on the established hypothesis, an attempt has been made to provide an answer through the research that structures this thesis. Although the main research revolves around the analysis of the processes of adoption and diffusion of innovations in sustainable agriculture through adoption indices and social network analysis, two significant contributions have also been made, the bibliometric review and the impact of the pandemic on a sample of Valencian farmers. Therefore, from a methodological point of view, this thesis is divided into three types of research or study themes: 1) the bibliometric analysis; 2) the analysis of the adoption and diffusion processes and, finally; 3) the analysis of the impact of COVID-19 on farmers.

The first study theme (article 1), carried out through a bibliometric review, aims to shed light on the theoretical and methodological foundations of research on the adoption and diffusion of innovations in agriculture over the last 50 years. In addition to identifying the theoretical underpinnings and research trends, observations have been made concerning the study of diffusion of innovations, such as the complexity of analysis in a sector like agriculture, the importance of applying multivariate approaches and the importance of relational analysis, which involves various actors and stakeholders at different levels. The complexity of analysing the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture has led to the development of a wide range of analytical and methodological tools. As noted above, the study of innovation adoption processes in agriculture encompasses a multitude of disciplines, many of which are interrelated.

The results of the analysis have shown that, although there are clear differences between different methods of analysis, they can be used together or in a complementary way. Research on diffusion processes tends to focus on the speed and rapidity of adoption, the critical mass of adopters or non-adopters and probability models. Adoption processes, on the other hand, often focus on factors related to behaviour, perception, risk aversion or relative advantage. In both cases, the use of multivariate methodological approaches has been fundamental for the identification of key variables and the development of more complete and nuanced models, as can be seen in the scientific literature analysed. This aspect is in line with the criticism made by academics of the need to carry out studies, not only multivariate but also where the processes of a set of innovations or innovations associated with the adoption or implementation of a major change are analysed.

The second study theme comprises a set of three studies based on adoption rates and personal networks of knowledge sharing actors in the Valencia region and the United Kingdom. The three studies (articles 2, 4 and 5 in the structure of the thesis) follow a similar methodological logic, although in each of them changes have been introduced with the aim of advancing a better understanding of the processes of adoption and diffusion of innovations in agriculture.

Thus, the first research (article 2) of this set of three studies, consisted of a first approximation to the analysis of the processes of adoption and diffusion of innovations through a multivariate approach by means of the use of adoption and speed of adoption indices, the rate of adoption of innovations and the analysis of egocentric mode 2 networks. While this methodological approach was maintained in subsequent research (articles 4 and 5), this study put into context the geographical distribution of information exchange, the timing of the first innovation adopted, the grouping of the actors interviewed according to their innovative characteristics based on adoption and speed of adoption, the rate of adoption of innovations and the categorisation of the indices and networks into product, process, organisation and marketing, using the Oslo Manual as a reference (OECD/Eurosta, 2007). These methods of combined analysis provided a methodological approach of interest for the development of the subsequent case studies. This methodological approach allowed, on the one hand, through adoption rates and speed of adoption, to analyse the innovative capacity of each of the actors interviewed and to relate it to attributive characteristics such as age, level of education and type of farming system and type of product. On the other hand, through the analysis of social networks it was possible to observe and analyse what the environment of each actor is like, from the point of view of influential actors or entities and whether the relational social capital around each of the actors can be related to innovative capacity. Furthermore, through the creation of sub-networks for each category of innovation (product, process, organisation and marketing), it could be observed that the business approach of each of the actors interviewed was reflected in the characteristics of the network. In other words, there were notable differences between the approach of a cooperative, where the organisation and marketing network had more weight, and the approach of agricultural producers who sell directly, where these aspects might not be so important for the development of the activity. In this first trial, the usefulness of social network analysis was observed, based on the degree of centrality, a measure that made it possible to visualise, on the basis of the number of times certain actors were mentioned, what their position was in the network.

Two other aspects to highlight about the characteristics of the producers in relation to the type of production system in which they carry out their agricultural activity (conventional agriculture, ecological agriculture, agroecological or permaculture), is that the producers who carry out their activity under an agroecological system adopted a greater number of innovations, due to the motivation to adopt new practices and products. It was also observed that the exchange of information between some agroecological producers created a greater predisposition to adopt innovations. The second aspect to highlight is related to geographical distribution. The actors interviewed had information contacts both in locations close to the municipality and in other parts of Spain, as well as in other countries. Mapping the locations of both the actors interviewed and their information networks led us to consider other types of alternative information sources, such as books or the internet, which would be implemented in the following research.

The second research (article 4) of the aforementioned set of three studies was carried out in the UK on 28 producers, maintaining the same approach based on innovation indices

and social network analysis. However, the starting point of this research had two previous limitations. The first was the difficulty in conducting interviews due to the COVID-19 pandemic. The second, due to the previous one, was the need to adapt an online survey with very specific questions. To this end, after consultations and preliminary tests, a survey was launched based on eight questions, four of which were aimed at agricultural producers and four at livestock farmers. Modifications were made in this article compared to the previous one. Due to the above-mentioned circumstances and the lack of a comprehensive list of innovations, the four categories of the Oslo Manual and the map of geographical location were deleted. However, other analyses not previously carried out were added, such as the cumulative index of innovations adopted by farmers and stockbreeders between 1990 and 2021, the cumulative index of innovations issued from the point of view of innovation sources (actors and entities) and the division into three time phases (1) 1990-2000; 2) 200-2010; 3) 2010-2021) of the network of influences of the actors interviewed. In this research, alternative sources of information such as books and internet were also included and mentioned as influential sources of information for the adoption of innovations.

As a result, the method of analysis employed was found to be useful in analysing innovation trends from several perspectives: the individual characteristics of farmers and their behaviour in adopting the innovations proposed through the indices and the importance of the relational environment. This last aspect, the relational environment, was divided into two groups, the formal and informal environment. What was observed in this analysis is that there were notable differences between farmers and livestock keepers. The farmers' relational environment was based on informal networks (friends and family), while the farmers' network was mostly made up of formal networks (relations with agricultural extension organisations, bodies and services). The fundamental difference between the two groups was that the tendency to innovate was higher in the farmers, whose networks were formal, as opposed to the farmers, who were less innovative. As indicated in the publication (article 4) this is a trend analysis and is not conclusive, but it is an aspect that needs to be explored in more detail with a larger sample.

The third research based on innovation indices and social network analysis was carried out using the same methodological approach as the previous two. However, due to the pandemic situation, the methodological framework used in article 2, which was based on face-to-face interviews, was modified. To carry out this analysis, a survey was developed where producers would have to choose a minimum of three innovations and a maximum of eight from a list that served to guide the survey in the process. Although this would present some limitations, in a second phase of the study, interviews were conducted with farmers involved in the process in order to complete the necessary information. Finally, a sample of 98 surveys and 35 interviews was obtained, which would be used for further analysis.

In this study, the analysis of innovation indices and the analysis of social networks was maintained, adding in this methodology the degree of intermediation, as a measure of centrality that makes it possible to obtain nodes with leadership positions. The network

was also divided into three phases (1) 1990-2000; 2) 200-2010; 3) 2010-2021). In the analysis, it was observed that certification centres such as CAECV and agricultural advice centres such as IVIA had a greater number of connections that stood out above the rest of the actors or entities, such as farmers, friends, organisations, government or companies, both in the agroecological and conventional farmer networks.

The third theme of the study (article 3) is articulated around two types of analysis in relation to the impact caused by the COVID-19 pandemic. The first analyses changes in the type of demand for fresh fruit and vegetables (changes in the volume of purchases and price fluctuations) and changes in consumer purchasing establishments. In the second analysis, 75 Valencian producers were surveyed on their perception of the impact of the period of confinement on mobility, production, sales and institutional support.

As a result of the first analysis, it was observed that during the month of April 2020 (during the period of confinement) the demand for fresh vegetables and fruit increased compared to 2019 and the prices of this type of food also increased. It is worth noting that during the same month, online food sales increased to the detriment of sales from market-based outlets. This same analysis was extended to the year 2021 and it was observed that, although there was a decrease in internet sales compared to the year of the pandemic, they continued to increase. This was not the case for street markets, some of which had negative sales percentages in 2021.

The second analysis took 75 sustainable agriculture producers in the Valencian Community as the object of study, with the aim of ascertaining their perception of the impact. The result showed degrees of impact between negative and positive. Farmers whose perception of impact was negative were linked to "informal" family farming, while farmers with a business vision claimed to have obtained positive yields. This is particularly striking in the sense that the less professionalised agriculture received the greatest impact and were the least satisfied with the institutional support, being the most needy. It is also noteworthy that those who reported a positive impact from increased sales of agricultural products came from a mature, pre-pandemic type of business approach. Ultimately, this study showed how the diversity of farm profiles can lead to greater or lesser resilience.

In summary, as noted throughout this conclusion, adoption rates of innovations and speed of innovation are also important factors to consider in the study of agricultural innovation. The adoption of agricultural innovations can vary widely across regions and communities, and the speed of adoption can depend on social, economic and cultural factors. It is therefore important to disaggregate the actors and their networks to better understand the adoption of innovations and the barriers that may impede their diffusion.

In terms of the study of specific innovations, it is important to consider several aspects. First, establishing categories such as product, process, organisational and marketing can help to better understand the network substructures that are built through adoption processes. Product innovation includes improvements related to plant material, process innovation may include the application of new technologies or production practices, while

organisational innovation may involve changes in farm structure and management. Marketing innovation may include the development of new distribution channels, promotion strategies and the design of own brands. The second, and in relation to the idea of "innovation", is related to the use and subsequent outcome of the adoption of certain innovations and their differentiation between single-phase and multi-phase adoptions. Monophasic innovation refers to the adoption of an idea from the acquisition of information, whereas polyphasic innovation refers to a commercial materialisation.

The relationship between actors and entities is also a key factor to take into account in the study of agricultural innovation. Theoretical background" and throughout the various articles, where reference has been made to Cliff (1968), Hägerstrand (1952), Hägerstrand (1965) on the effects of proximity and remoteness with respect to the frequency of contact between actors and its importance in the acquisition of information for adopting innovations. In this sense, collaboration between producers, researchers, government agencies and other stakeholders is essential for the diffusion and success of agricultural innovations. However, it is worth noting the importance of peripheral connections in the processes of adoption and acquisition of new ideas and knowledge in relation to Grannovetter's (1973) weak ties strength theory. However, more research is needed to translate theory into agricultural innovation (Nelson et al., 2014).

In particular, the two-mode egocentric approach in social network analysis has several advantages to be applied in heterogeneous networks to analyse the interaction between actors and corporate networks, such as the ease of use to perform cluster analysis from a sample. As Wasserman & Faust (1994) point out, two-mode networks have the function of detecting dyads in which the first actor and the second actor in the dyad belong to different sets (p. 39). Furthermore, through the application of a two-mode egocentric network analysis it is possible to detect key points within a network, to detect isolated clusters or innovation drivers. This is essential to understand how agricultural innovations develop and spread.

Another important aspect to consider is the usefulness of centrality measures in social network analysis, such as degree and betweenness. Degree and betweenness are important measures for assessing the connectivity between actors in a network. Degree measures the number of direct connections an actor has in a network, while betweenness measures the importance of the actor in terms of the connection between other actors and its position as an information bridge or leader within a network. Understanding these measures can help to identify key actors in the diffusion of agricultural innovations and to understand how they communicate and collaborate with each other.

Finally, the importance of adapting to COVID-19 through agricultural and social innovations, such as cooperation through social innovation initiatives, should be highlighted. The pandemic has had a significant impact on agriculture and the food supply chain. Innovations in agriculture and cooperation between producers, researchers and organisations can help to adapt to the changes brought about by the pandemic and improve the resilience of agricultural producers.

One of the interesting aspects of this study is the importance of social capital in the adoption and diffusion of innovations in agriculture. Social capital refers to the networks, norms and trust that exist between individuals and groups, which can facilitate or hinder the exchange of information, knowledge and innovations. Our analysis has shown that social capital is a critical factor in the adoption and diffusion of innovations in agriculture, and that it can help explain, among other things, why some innovations are adopted more quickly or more widely than others.

11.2 Recommendations for future research

Several recommendations are derived from this doctoral thesis to advance the study of the processes of adoption and diffusion of innovations. The first of these refers to the use of bibliometric analysis methods, which can help to identify areas requiring further research and to assess the impact of agricultural innovation policies and programmes. It is therefore necessary to focus research on specific case studies, to identify common needs among farmers and to analyse the individual needs of each territory or farming system. In any case, bibliometric analysis has the potential to synthesise and organise information, making it possible to focus the study on a specific area.

The second recommendation arises from the need to implement combined methods of analysis for the study of the processes of adoption and diffusion of innovations. To this end, it is necessary to advance in the creation of indicators that combine aspects such as the volume of sales, the price of innovations and other factors that may influence the analysis and evaluation of these processes. In relation to this, it is important to consider an alternative reading of the types of innovations adopted, based on the difficulty of learning, the economic value of the investment and the risk involved for agricultural producers. This last aspect, discussed above based on the contributions of Rogers (1995), is related to the economic investment necessary to adopt a given innovation, such as the purchase of machinery, the introduction of new types of crops or innovations in precision agriculture. In this respect, it is interesting to advance in analyses that involve those groups that resist adopting an innovation.

The perceived risk of adopting an innovation is particularly important for planning the promotion of innovations in a particular sector and product. In addition, many of the innovations that have not been adopted by some farmers are due to lack of knowledge or mistaken beliefs about their difficulty. Therefore, strong social capital involving organisations and other producers is essential to minimise the perception of risk.

The third recommendation concerns the need for training and the creation of innovation networks at local, regional or national level to share knowledge. It is also important to provide training for farmers on product procurement, alternative inputs, e-commerce, marketing strategies, national and international marketing networks and other improvements that can foster the development of sustainable agriculture. As noted in articles 2, 4 and 5, information exchange takes place between heterogeneous groups of actors, both formal and informal. It is therefore necessary to deepen research that explores innovative territories from a socio-relational point of view, delimiting specific areas.

An important and little explored factor in the scientific literature is that of alternative sources of information, such as books and the internet, which promote the processes of innovation adoption. In this sense, it is relevant to advance in the knowledge of this type of resources in order to acquire a better understanding of the processes of adoption of agricultural innovations in the territories. In recent years, due to the ease of access to information sources via the internet, there may have been a breakdown in the theories that based the importance of information flows on proximity and the local environment. Therefore, it is necessary to understand whether there are differences in the acquisition of knowledge for the adoption of innovations between nearby information sources with direct contact and information sources hosted in digital environments.

The fifth recommendation derived from this PhD thesis is the need to pay attention to the environmental impact on the adoption and diffusion of agricultural innovations. The climate crisis is one of the greatest threats facing humanity today, and its impact on agriculture is particularly significant. It is therefore important to make progress in identifying agricultural innovations that can contribute to mitigating and adapting to environmental impacts and climate change and in promoting policies and programmes that facilitate their adoption and diffusion.

The sixth recommendation is to highlight the importance of low-cost innovations for the future of sustainable agriculture, especially given the difficulty of acquiring technology-based innovations for many farmers, given the high cost. It would be useful to share knowledge of low-cost technological innovations (such as sensors, drone control or climate data recording), as well as their use, in order to increase farmers' confidence (economic and usability) in adopting technological innovations.

It has also been pointed out that it is important to design efficient methodologies to collect information from the actors interviewed, and that this information requires a memory-based effort for the collection of events. In this sense, researchers face several challenges: the arrival of the pandemic has generated mistrust in relationships and makes face-to-face interviews difficult. Another challenge relates to collecting quality data to the detriment of a large number of low-quality data. This is fundamental and the basis of many anthropological studies. At present there is a partly logical effort based on representative samples, but there is often a lack of budget to carry them out. It is necessary to defend and value personal interviews, the time of the interviewees in a disinterested way and to advance, not so much in representative samples of large extensions, but in samples based on knowledge, based on experience.

In conclusion, this doctoral thesis provides a series of recommendations to advance in the study of the processes of adoption and diffusion of agricultural innovations. It suggests the use of bibliometric analysis methods, the implementation of combined analysis methods, the formation and creation of innovation networks, and attention to the impact of COVID-19 and the climate crisis on the adoption and diffusion of agricultural innovations. All these recommendations can contribute to improving the understanding of the processes of adoption and diffusion of agricultural innovations and to promoting sustainable agriculture in the future.

12. Bibliografía

- Abbasi, F., Esparcia, J., & Saadi, H. A. (2019). From Analysis to Formulation of Strategies for Farm Advisory Services (Case Study: Valencia - Spain). an Application through Swot and Qspm Matrix. *European Countryside, 11*(1), 43-73. <https://doi.org/10.2478/euco-2019-0004>
- Adesina, A. A., & Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics, 13*(1), 1-9. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-5150\(95\)01142-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-5150(95)01142-8)
- Adnan, N., Nordin, S. M., Rahman, I., & Noor, A. (2018). The effects of knowledge transfer on farmers decision making toward sustainable agriculture practices. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, 15*(1), 98-115. <https://doi.org/10.1108/WJSTSD-11-2016-0062>
- Adrian, A. M., Norwood, S. H., & Mask, P. L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture, 48*(3), 256-271. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.04.004>
- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales, 32*(140), 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>
- Aguilar Gallegos, N., Olvera Martínez, J. A., González Martínez, E. G., Aguilar Ávila, J., Muñoz Rodríguez, M., & Santoyo Cortés, H. (2017). The network intervention for catalysing agricultural innovation. *Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales, 28*(1), 9-31. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5565/rev/redes.653>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179-211. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Albizua, A., Corbera, E., & Pascual, U. (2019). Farmers' vulnerability to global change in Navarre, Spain: large-scale irrigation as maladaptation. *Regional Environmental Change, 19*(4), 1147-1158. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01462-2>
- Albornoz, M. (2009). Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 5*(13), 9-25.
- Ameur, F., Hamamouche, M. F., Kuper, M., & Benouniche, M. (2013). The domestication of a technical innovation: diffusion of drip irrigation in two villages in Morocco. *Cahiers Agricultures, 22*(4), 311-318. <https://doi.org/10.1684/agr.2013.0644>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics, 11*(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aria, M., Misuraca, M., & Spano, M. (2020). Mapping the Evolution of Social Research and Data Science on 30 Years of Social Indicators Research. *Social Indicators*

- Research*, 149(3), 803-831. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02281-3>
- Arteaga, A., Medellín, E., & Santos, M. J. (1995). Dimensiones sociales del cambio tecnológico. *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, XIV(47), 9-22.
- Assefa, A., Waters-Bayer, A., Fincham, R., & Mudhara, M. (2012). Comparison of frameworks for studying grassroots innovation: Agricultural Innovation Systems and Agricultural Knowledge and Innovation Systems. En *Innovation Africa* (pp. 61-82). Routledge.
- Avolio, G., Blasi, E., Cicatiello, C., & Franco, S. (2014). The drivers of innovation diffusion in agriculture: Evidence from Italian census data. *Journal on Chain and Network Science*, 14(3), 231-245. <https://doi.org/10.3920/JCNS2014.x009>
- Bandiera, O., & Rasul, I. (2006). Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique*. *The Economic Journal*, 116(514), 869-902. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2006.01115.x>
- Bass, F. M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management science*, 15(5), 215-227. <https://www.jstor.org/stable/2628128>
- Bavorová, M., Unay-Gailhard, Ī., Ponkina, E. V., & Pilařová, T. (2020). How sources of agriculture information shape the adoption of reduced tillage practices? *Journal of Rural Studies*, 79, 88-101. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.034>
- Benedek, M. (2018). *The Neuroscience of Creative Idea Generation BT - Exploring Transdisciplinarity in Art and Sciences* (Z. Kapoula, E. Volle, J. Renoult, & M. Andreatta (eds.); pp. 31-48). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76054-4_2
- Bernhardt, I., & Mackenzie, K. D. (1972). Some Problems in Using Diffusion Models for New Products. *Management Science*, 19(2), 187-200. <http://www.jstor.org/stable/2629332>
- Bjørkhaug, H., & Blekesaune, A. (2013). Development of organic farming in Norway: A statistical analysis of neighbourhood effects. *Geoforum*, 45(2013), 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.11.005>
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (1992). Regular blockmodels of multiway, multimode matrices. *Social networks*, 14(1-2), 91-120.
- Brown, L. A. (1981). *Innovation diffusion : a new perspective*. Methuen.
- Brown, L. A., & Lentnek, B. (1973). Innovation Diffusion in a Developing Economy: A Mesoscale View. *Economic Development and Cultural Change*, 21(2), 274-292. <http://www.jstor.org/stable/1153098>
- Brunori, G., Barjolle, D., Dockes, A.-C., Helmle, S., Ingram, J., Klerkx, L., Moschitz, H., Nemes, G., & Tisenkopfs, T. (2013). CAP Reform and Innovation: The Role of Learning and Innovation Networks. *EuroChoices*, 12(2), 27-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1746-692X.12025>
- Bucci, G., Bentivoglio, D., Finco, A., & Belletti, M. (2019). Exploring the impact of innovation adoption in agriculture: How and where Precision Agriculture Technologies can be suitable for the Italian farm system? En T. E.P. (Ed.), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 275, Número 1, pp. 1-8). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/275/1/012004>

- Burchard, J., & Cornwell, B. (2018). Structural holes and bridging in two-mode networks. *Social Networks*, 55, 11-20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.socnet.2018.04.001>
- Campos, H. (2021). *The innovation revolution in agriculture: a roadmap to value creation*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-50991-0>
- Carnovale, S., & Yenyurt, S. (2014). The Role of Ego Networks in Manufacturing Joint Venture Formations. *Journal of Supply Chain Management*, 50(2), 1-17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jscm.12015>
- Carrington, P. J., Scott, J., & Wasserman, S. (2005). *Models and Methods in Social Network Analysis (Structural Analysis in the Social Sciences)* (P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (eds.); Vol. 28). Cambridge University Press.
<https://doi.org/doi:10.1017/CBO9780511811395>
- Casetti, E., & Semple, R. K. (1969). Concerning the Testing of Spatial Diffusion Hypotheses. *Geographical Analysis*, 1(3), 254-259. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1969.tb00622.x>
- Cavallo, E., Ferrari, E., Bollani, L., & Coccia, M. (2014). Attitudes and behaviour of adopters of technological innovations in agricultural tractors: A case study in Italian agricultural system. *Agricultural Systems*, 130, 44-54.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.012>
- Chabert, A., & Sarthou, J.-P. (2020). Conservation agriculture as a promising trade-off between conventional and organic agriculture in bundling ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 292, 106815.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106815>
- Chenarides, L., Grebitus, C., Lusk, J. L., & Printezis, I. (2021). Food consumption behavior during the COVID-19 pandemic. *Agribusiness*, 37(1), 44-81.
<https://doi.org/10.1002/AGR.21679>
- Chung, K., Hossain, L., & Davis, J. (2005). Exploring Sociocentric and Egocentric Approaches for Social Network Analysis. *Exploring Sociocentric and Egocentric Approaches for Social Network Analysis*, 1-9.
- Cliff, A. D. (1968). The Neighbourhood Effect in the Diffusion of Innovations. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 44(44), 75.
<https://doi.org/10.2307/621749>
- Coleman, J. S., Katz, E., & Menzel, H. (1957). The diffusion of an innovation among physicians. *Sociometry*, 20(4), 253-270. <https://doi.org/doi.org/10.2307/2785979>
- Coleman, J. S., Katz, E., & Menzel, H. (1966). *Medical innovation; a diffusion study*. Bobbs-Merrill Company.
- Cranfield, J. A. L. (2020). Framing consumer food demand responses in a viral pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 68(2), 151-156.
<https://doi.org/10.1111/cjag.12246>
- D'Emden, F. H., Llewellyn, R. S., & Burton, M. P. (2006). Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 630-647.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.07.003>
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer

- Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982-1003. <http://www.jstor.org/stable/2632151>
- de Paulo Farias, D., & Dos Santos Gomes, M. G. (2020). COVID-19 outbreak: What should be done to avoid food shortages? *Trends in Food Science & Technology*, 102, 291-292. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.007>
- Dearing, J. W. (2009). Applying Diffusion of Innovation Theory to Intervention Development. *Research on Social Work Practice*, 19(5), 503-518. <https://doi.org/10.1177/1049731509335569>
- Deshpande, R. (1983). A Comparative Review of Innovation Diffusion Books. *Journal of Marketing Research*, 20(3), 327-334. <https://doi.org/10.2307/3151838>
- Dhand, A., Luke, D. A., Lang, C. E., & Lee, J.-M. (2016). Social networks and neurological illness. *Nature Reviews Neurology*, 12(10), 605-612. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2016.119>
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160. <https://doi.org/10.2307/2095101>
- Dodson, J. A., & Muller, E. (1978). Models of New Product Diffusion Through Advertising and Word-of-Mouth. *Management Science*, 24(15), 1568-1578. <http://www.jstor.org/stable/2630672>
- Doss, C. R. (2006). Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural Economics*, 34(3), 207-219. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0864.2006.00119.x>
- Durant, J. L., Asprooth, L., Galt, R. E., Schmulevich, S. P., Manser, G. M., & Pinzón, N. (2023). Farm resilience during the COVID-19 pandemic: The case of California direct market farmers. *Agricultural Systems*, 204, 103532. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103532>
- Edwards-Jones, G. (2006). Modelling farmer decision-making: Concepts, progress and challenges. *Animal Science*, 82(6), 783-790. <https://doi.org/10.1017/ASC2006112>
- EU SCAR AKIS. (2019). Preparing for future AKIS in Europe. *European Commission: Brussels, Belgium*.
- European Commission. (2023). *Organic action plan*. https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organic-action-plan_en
- FAO. (1996). *Enseñanzas de la revolución verde*. <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s06.htm>
- FAO. (2009). *Glossary of organic agriculture* (pp. 1-173). FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2020). *COVID-19 and the role of local food production in building more resilient local food systems*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1020en>
- FAO. (2023). *Organic Agriculture: Why is organic food more expensive than conventional food?* 2023. <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq5/en/>
- Faure, G., Knierim, A., Koutsouris, A., Ndah, H. T., Audouin, S., Zarokosta, E., Wielinga, E., Triomphe, B., Mathé, S., Temple, L., & Heanue, K. (2019). How to Strengthen Innovation Support Services in Agriculture with Regard to Multi-

- Stakeholder Approaches. *Journal of Innovation Economics & Management*, n° 28(1), 145-169. <https://doi.org/10.3917/jie.028.0145>
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255-298. <http://www.jstor.org/stable/1153228>
- Feder, G., & Umali, D. (1993). The adoption of agricultural innovations: a review. *Technological forecasting and social change*, 43(3-4), 215-239. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0040-1625\(93\)90053-A](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0040-1625(93)90053-A)
- Fink, A., Benedek, M., Grabner, R. H., Staudt, B., & Neubauer, A. C. (2007). Creativity meets neuroscience: Experimental tasks for the neuroscientific study of creative thinking. *Methods*, 42(1), 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.12.001>
- Fischer, E., & Qaim, M. (2012). Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya. *World Development*, 40(6), 1255-1268. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.018>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.
- Fowler, J. H., & Christakis, N. A. (2008). Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. *BMJ*, 337, a2338. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2338>
- Freeman, L. C. (2012). *El Desarrollo del Análisis de Redes Sociales : Un estudio de Sociología de la Ciencia*. Palibrio.
- Gailhard, Í. U., Bavorová, M., & Pirscher, F. (2015). Adoption of agri-environmental measures by organic farmers: The role of interpersonal communication. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(2), 127-148. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.913985>
- Gómez, I. C., & Verd, J. M. (2013). La fuerza de los lazos: Una exploración teórica y empírica de sus múltiples significados. *Empiria*, 2011(26), 149-174. <https://doi.org/10.5944/empiria.26.7156>
- Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2), 95-124. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355>
- Granovetter, M. S. (1973a). La fuerza de los vínculos débiles. Traducido por María Ángeles García Verdasco. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.
- Granovetter, M. S. (1973b). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380. <https://doi.org/doi/10.1086/225469>
- Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4), 501-522. <https://doi.org/10.2307/1905380>
- Hägerstrand, T. (1952). *The propagation of innovation waves*. Royal University of Lund, Dept. of Geography.
- Hägerstrand, T. (1965). A Monte Carlo approach to diffusion. *European Journal of Sociology/Archives Européennes de Sociologie*, 6(1), 43-67.
- Hägerstrand, T. (1968). Innovation diffusion as a spatial process. *Innovation diffusion*

as a spatial process.

- Haji, L., Valizadeh, N., Rezaei-Moghaddam, K., & Hayati, D. (2020). Analyzing Iranian farmers' behavioral intention towards acceptance of drip irrigation using extended technology acceptance model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(5), 1177-1190. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085364625&partnerID=40&md5=1c93c5b1fd5528e9a17fc776826ffff5%0A>
- Hannus, V., & Sauer, J. (2021). Understanding farmers' intention to use a sustainability standard: The role of economic rewards, knowledge, and ease of use. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131910788>
- Hansen, D. L., Shneiderman, B., Smith, M. A., & Himelboim, I. (2019). Installation, orientation, and layout. En *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World* (pp. 55-66). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817756-3.00004-2>
- Hasler, K., Olf, H.-W., Omta, O., & Bröring, S. (2016). Drivers for the adoption of eco-innovations in the German fertilizer supply chain. *Sustainability (Switzerland)*, 8(8), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su8080682>
- Hoek, A. C., Pearson, D., James, S. W., Lawrence, M. A., & Friel, S. (2017). Healthy and environmentally sustainable food choices: Consumer responses to point-of-purchase actions. *Food Quality and Preference*, 58, 94-106. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2016.12.008>
- Hoggart, K., & Paniagua, A. (2001). What rural restructuring? *Journal of Rural Studies*, 17(1), 41-62. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(00\)00036-X](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(00)00036-X)
- Hubert, B., Rosegrant, M., Boekel, M., & Ortiz, R. (2010). The Future of Food: Scenarios for 2050. *Crop Science 2010 (2010)* 50, 50. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.09.0530>
- Iacobucci, D. (1996). Network Models of the Diffusion of Innovations. *Journal of Marketing*, 60(3), 134. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2307/1251848>
- IFOAM. (2022). *Organic agriculture and its benefits for climate and biodiversity*. https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2022/04/IFOAMEU_advocacy_organic-benefits-for-climate-and-biodiversity_2022.pdf?dd
- INE. (2018). *Innovación periodo 2016-2018 según Manual de Oslo 2005*. Instituto Nacional de Estadística. <https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?padre=6200&capsel=6200>
- Infante, F. (2020). A social network explanation for labour exchange dynamics in traditional and mechanized agricultural systems (the secano interior, Chile). *Ager*, 2020(30), 69-95. <https://doi.org/10.4422/ager.2020.09>
- Ingram, J., Maye, D., Kirwan, J., Curry, N., & Kubinakova, K. (2015). Interactions between Niche and Regime: An Analysis of Learning and Innovation Networks for Sustainable Agriculture across Europe. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(1), 55-71. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.991114>
- IPES-FOOD. (2020). *El COVID-19 y la crisis en los sistemas alimentarios: s íntomas, causas y posibles soluciones*. http://www.ipes-food.org/_img/upload/files/COVID-19_CommuniqueES%281%29.pdf

- Jámbor, A., Czine, P., & Balogh, P. (2020). The impact of the coronavirus on agriculture: First evidence based on global newspapers. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11), 1-10. <https://doi.org/10.3390/su12114535>
- Johnston, R. J. (1986). The Neighbourhood Effect Revisited: Spatial Science or Political Regionalism? *Environment and Planning D: Society and Space*, 4(1), 41-55. <https://doi.org/10.1068/d040041>
- Katz, E., Levin, M. L., & Hamilton, H. (1963). Traditions of research on the diffusion of innovation. *American sociological review*, 237-252.
- Kinnunen, J. (1996). Gabriel Tarde as a Founding Father of Innovation Diffusion Research. *Acta Sociologica*, 39(4), 431-442. <https://doi.org/10.1177/000169939603900404>
- Kleminski, R., Kazienko, P., & Kajdanowicz, T. (2020). Analysis of direct citation, co-citation and bibliographic coupling in scientific topic identification. *Journal of Information Science*, 48(3), 349-373. <https://doi.org/10.1177/0165551520962775>
- Klerkx, L., Petter Strate, E., Kvam, G. T., Ystad, E., & Butli Hårstad, R. M. (2017). Achieving best-fit configurations through advisory subsystems in AKIS: case studies of advisory service provisioning for diverse types of farmers in Norway. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 23(3), 213-229. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1320640>
- Knierim, A., Boening, K., Caggiano, M., Cristóvão, A., Dirimanova, V., Koehnen, T., Labarthe, P., & Prager, K. (2015). The AKIS concept and its relevance in selected EU member states. *Outlook on Agriculture*, 44(1), 29-36. <https://doi.org/10.5367/oa.2015.0194>
- Koutsou, S., & Partalidou, M. (2012). Pursuing Knowledge and Innovation through Collective Actions. The Case of Young Farmers in Greece. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 445-460. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.704857>
- Lacy, W. (2001). Generation and commercialization of knowledge. En *Knowledge Generation and Technical Change* (pp. 27-53). Springer.
- Laguna, L., Fiszman, S., Puerta, P., Chaya, C., & Tárrega, A. (2020). The impact of COVID-19 lockdown on food priorities. Results from a preliminary study using social media and an online survey with Spanish consumers. *Food Quality and Preference*, 86, 104028. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2020.104028>
- Laínez-Andrés, M. (2018, enero). La innovación en el sector agrario. *Anuario 2018 de agricultura familiar en España, UPA.*, 2018, 66-74. https://www.upa.es/upa/_depot/_adjuntos/34ea519ace27fdb1530263772.pdf
- Lazarsfeld, P. F., & Merton, R. K. (1954). Friendship as a social process: A substantive and methodological analysis. *Freedom and control in modern society*, 18(1), 18-66.
- Lazzarini, G. A., Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2017). Our own country is best: Factors influencing consumers' sustainability perceptions of plant-based foods. *Food Quality and Preference*, 60, 165-177. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2017.04.008>
- Le Bon, G. (2007). *The crowd*. Routledge.

- Li, H., Fang, W., An, H., Gao, X., & Yan, L. (2016). Holding-based network of nations based on listed energy companies: An empirical study on two-mode affiliation network of two sets of actors. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 449, 224-232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.01.009>
- Lioutas, E. D., & Charatsari, C. (2021). Enhancing the ability of agriculture to cope with major crises or disasters: What the experience of COVID-19 teaches us. *Agricultural Systems*, 187, 103023. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103023>
- Long, T. B., Blok, V., & Coninx, I. (2016). Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: Evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 112, 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.044>
- Lopez-Ridaura, S., Sanders, A., Barba-Escoto, L., Wiegel, J., Mayorga-Cortes, M., Gonzalez-Esquivel, C., Lopez-Ramirez, M. A., Escoto-Masis, R. M., Morales-Galindo, E., & García-Barcena, T. S. (2021). Immediate impact of COVID-19 pandemic on farming systems in Central America and Mexico. *Agricultural Systems*, 192, 103178. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103178>
- Mahajan, V., Muller, E., & Wind, Y. (2000). *New-Product Diffusion Models*. Springer US.
- Mahajan, V., & Peterson, R. A. (1985). *Models for innovation diffusion*. Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/models-for-innovation-diffusion/book469>
- Mansfield, E. (1961). Technical Change and the Rate of Imitation. *Econometrica*, 29(4), 741-766. <https://doi.org/10.2307/1911817>
- Mansfield, E. (1968). Industrial research and technological innovation : an economic analysis. En *he Economic Journal*. Norton.
- MAPA. (2023). *Panel de consumo alimentario*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/>
- Marra, M., Pannell, D., & Abadi Ghadim, A. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural Systems*, 75(2-3), 215-234. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00066-5](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00066-5)
- Marsden, P. V. (2002). Egocentric and sociocentric measures of network centrality. *Social Networks*, 24(4), 407-422. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(02\)00016-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(02)00016-3)
- Martín, C. A. (1996). Modelos de difusión: una revisión. *Anales de Estudios Económicos y empresariales*, 11, 35-64.
- Masi, M., De Rosa, M., Vecchio, Y., Bartoli, L., & Adinolfi, F. (2022). The long way to innovation adoption: insights from precision agriculture. *Agricultural and Food Economics*, 10(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00236-5>
- Matous, P. (2017). Complementarity and substitution between physical and virtual travel for instrumental information sharing in remote rural regions: A social network approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 99, 61-79. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.02.010>

- McCarty, C., Lubbers, M. J., Vacca, R., & Molina, J. L. (2019). *Conducting personal network research : a practical guide* (p. 270). Guilford Publications.
- Merot, A., Fermaud, M., Gosme, M., & Smits, N. (2020). Effect of conversion to organic farming on pest and disease control in French vineyards. *Agronomy*, *10*(7), 1-18. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10071047>
- Mesa, R., & Esparcia, J. (2021). Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, *41*(1), 133-159. <https://doi.org/10.5209/aguc.76727>
- Meuwissen, M. P. M., Feindt, P. H., Slijper, T., Spiegel, A., Finger, R., de Mey, Y., Paas, W., Termeer, K. J. A. M., Poortvliet, P. M., Peneva, M., Urquhart, J., Vigani, M., Black, J. E., Nicholas-Davies, P., Maye, D., Appel, F., Heinrich, F., Balmann, A., Bijttebier, J., ... Reidsma, P. (2021). Impact of Covid-19 on farming systems in Europe through the lens of resilience thinking. *Agricultural Systems*, *191*, 103152. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103152>
- Middendorf, B. J., Faye, A., Middendorf, G., Stewart, Z. P., Jha, P. K., & Prasad, P. V. V. (2021). Smallholder farmer perceptions about the impact of COVID-19 on agriculture and livelihoods in Senegal. *Agricultural Systems*, *190*, 103108. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103108>
- Molina, J. L. (2005). El estudio de las redes personales: contribuciones, métodos y perspectivas. *Empiria. Revista de metodología de las ciencias sociales*, *10*, 71-105. <https://doi.org/https://doi.org/10.5944/empiria.10.2005.1044>
- Moreno. (1937). Sociometry in Relation to Other Social Sciences. *Sociometry*, *1*(1/2), 206-219. <https://doi.org/10.2307/2785266>
- Moreno. (1953). Who shall survive? Foundations of sociometry, group psychotherapy and socio-drama, 2nd ed. En *Who shall survive? Foundations of sociometry, group psychotherapy and socio-drama, 2nd ed.* Beacon House.
- Moreno, J. L., & Jennings, H. H. (1938). Statistics of social configurations. *Sociometry*, 342-374.
- Moreno, J. L., Jennings, H. H., & Stockton, R. (1943). Sociometry in the Classroom. *Sociometry*, *6*(4), 425-428. <https://doi.org/10.2307/2785221>
- Moreno, & Jennings, H. H. (1960). *The Sociometry Reader. Edited by J.L. Moreno, with Helen H. Jennings [and Others], Etc.* Glencoe, Ill. <https://books.google.es/books?id=wHwqMwEACAAJ>
- Morgan, K., & Murdoch, J. (2000). Organic vs. conventional agriculture: knowledge, power and innovation in the food chain. *Geoforum*, *31*(2), 159-173. [https://doi.org/10.1016/S0016-7185\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7185(99)00029-9)
- Moyano, E. (2020). El sector agroalimentario después de la COVID-19. *Distribución y consumo*, *2*, 14-22.
- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., & Altamirano Cárdenas, J. R. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias.* (Universidad Autónoma Chapingo–CIESTAAM/PIAI (ed.); Materiales). Universidad Autónoma Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/b07f180f-35e8-439a-925b-47aef4fd8101/content>

- Ndah, H. T., Knierim, A., Koutsouris, A., & Faure, G. (2018). Diversity of innovation support services and influence on innovation processes in Europe-Lessons from the AgriSpin project. *13th European IFSA Symposium, July, 1*.
- Nelson, K. C., Brummel, R. F., Jordan, N., & Manson, S. (2014). Social networks in complex human and natural systems: The case of rotational grazing, weak ties, and eastern US dairy landscapes. *Agriculture and Human Values, 31*(2), 245-259. <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9462-6>
- O'Hara, J. K., Woods, T. A., Dutton, N., & Stavelly, N. (2021). COVID-19's Impact on Farmers Market Sales in the Washington, D.C., Area. *Journal of Agricultural and Applied Economics, 53*(1), 1. <https://doi.org/10.1017/AAE.2020.37>
- OECD/Eurosta. (2007). Oslo Manual. En Tragsa (Ed.), *Oslo Manual* (3.^a ed.). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Parayil, G. (1991). Technological knowledge and technological change. *Technology in Society, 13*(3), 289-304. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0160-791X\(91\)90005-H](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0160-791X(91)90005-H)
- Pathak, H. S., Brown, P., & Best, T. (2019). A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. *Precision Agriculture, 20*(6), 1292-1316. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09653-x>
- Pelto, P. J. (1973). *The snowmobile revolution: technology and social change in the Arctic*. Cummings Publishing Company.
- Perrin, A., & Martin, G. (2021). Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the Covid-19 pandemic. *Agricultural Systems, 190*, 103082. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103082>
- Perry, B. L., Pescosolido, B. A., & Borgatti, S. P. (2018). *Egocentric Network Analysis: Foundations, Methods, and Models (Structural Analysis in the Social Sciences)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316443255>
- Pred, A. (1981). Social Reproduction Time-Geography of Everyday Life. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography, 63*(1), 5-22.
- Prosser, L., Thomas Lane, E., & Jones, R. (2021). Collaboration for innovative routes to market: COVID-19 and the food system. *Agricultural Systems, 188*, 103038. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103038>
- Rajkumar, K., Saint-Jacques, G., Bojinov, I., Brynjolfsson, E., & Aral, S. (2022). A causal test of the strength of weak ties. *Science, 377*(6612), 1304-1310. <https://doi.org/10.1126/science.abl4476>
- Rantala, T., Ukko, J., Saunila, M., & Havukainen, J. (2018). The effect of sustainability in the adoption of technological, service, and business model innovations. *Journal of Cleaner Production, 172*, 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.009>
- Robertson, T. S. (1967). The Process of Innovation and the Diffusiofile. *Journal of Marketing, 31*(1), 14-19. <https://doi.org/10.2307/1249295>
- Robinson, B., & Lakhani, C. (1975). Dynamic Price Models for New-Product Planning. *Management Science, 21*(10), 1113-1122. <http://www.jstor.org/stable/2629953>
- Rogers, E. (1995). Diffusion of Innovations-Fourth Edition. En *Everett M. Rogers* (Fourth Edi). Simon & Schuster Inc. <https://doi.org/citeulike-article-id:126680>

- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations* (1st ed.). The Free Press.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd ed.). The Free Press.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations* (4th ed.). The Free Press.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). The Free Press.
- Röling, N. (1992). The emergence of knowledge systems thinking: A changing perception of relationships among innovation, knowledge process and configuration. *Knowledge and Policy*, 5(1), 42-64.
<https://doi.org/10.1007/BF02692791/METRICS>
- Ruttan, V. W. (1961). Usher and Schumpeter on Invention, Innovation and Technological Change: Reply. *The Quarterly Journal of Economics*, 75(1), 154-156. <https://doi.org/10.2307/1883212>
- Ruttan, V. W. (1996). What happened to technology adoption-diffusion research? *Sociologia Ruralis*, 36(1), 51-73. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.1996.tb00004.x>
- Ryan, B., & Gross, N. C. (1943). The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities. *Rural Sociology*, 8(1), 15.
<https://search.proquest.com/docview/1291026197?accountid=14777>
- Sahal, D. (1981). *Patterns of technological innovation* (Vol. 198, Número 1). Addison-Wesley Reading, MA.
- Scott, J. P., & Carrington, P. J. (2011). *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*. Sage Publications Ltd.
- Sharif, M. N., & Ramanathan, K. (1982). Polynomial innovation diffusion models. *Technological Forecasting and Social Change*, 21(4), 301-323.
[https://doi.org/10.1016/0040-1625\(82\)90043-9](https://doi.org/10.1016/0040-1625(82)90043-9)
- Sharp, L. (1952). Steel Axes for Stone-Age Australians. *Human Organization*, 11(2), 17-22. <http://www.jstor.org/stable/44123992>
- Simmel, G., & Levine, D. N. (1971). *On individuality and social forms*. University of Chicago press.
- Skaalsveen, K., Ingram, J., & Urquhart, J. (2020). The role of farmers' social networks in the implementation of no-till farming practices. *Agricultural Systems*, 181, 1-14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102824>
- Snow, V., Rodriguez, D., Dynes, R., Kaye-Blake, W., Mallawaarachchi, T., Zydenbos, S., Cong, L., Obadovic, I., Agnew, R., Amery, N., Bell, L., Benson, C., Clinton, P., Dreccer, M. F., Dunningham, A., Gleeson, M., Harrison, M., Hayward, A., Holzworth, D., ... Stevens, D. (2021). Resilience achieved via multiple compensating subsystems: The immediate impacts of COVID-19 control measures on the agri-food systems of Australia and New Zealand. *Agricultural Systems*, 187, 103025. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2020.103025>
- Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195-212. <https://doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y>
- Susaeta, F. L., Maino, M., Lapierre, L., Oviedo, P., Riquelme, R., Villarroel, A. B., Quintrel, M., Hervé-Claude, L. P., & Cornejo, J. (2018). The adoption of good

- practices for pesticides and veterinary drugs use among peasant family farmers of Chile. *Agronomy*, 8(10), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy8100219>
- Sutherland, L.-A., Burton, R. J. F., Ingram, J., Blackstock, K., Slee, B., & Gotts, N. (2012). Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *Journal of Environmental Management*, 104, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.013>
- Usher, A. P. (1929). *A history of mechanical inventions*. McGraw-Hill Book Co. <http://books.google.com/books?id=wFpKAAAAMAAJ>
- Valente, T. W. (2005). Network Models and Methods for Studying the Diffusion of Innovations. En P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (Eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis* (pp. 98-116). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811395.006>
- Valente, T. W. (2010). *Social Networks and Health: Models, Methods, and Applications*. Oxford University Press. <https://books.google.es/books?id=xnMzd1-7iGgC>
- Van Loo, E. J., Hoefkens, C., & Verbeke, W. (2017). Healthy, sustainable and plant-based eating: Perceived (mis)match and involvement-based consumer segments as targets for future policy. *Food Policy*, 69, 46-57. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2017.03.001>
- van Oorschot, J., Hofman, E., & Halman, J. (2018). A bibliometric review of the innovation adoption literature. *Technological Forecasting and Social Change*, 134, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.032>
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press. <https://books.google.es/books?id=CAm2DpIqRUIC>
- Webber, M., Lutz, J. M., & Brown, L. A. (2006). Brown, L.A. 1981: Innovation diffusion: A new perspective. London: Methuen. *Progress in Human Geography*, 30(4), 487-494. <https://doi.org/10.1191/0309132506ph620xx>
- Weir, S., & Knight, J. (2000). *Adoption and diffusion of agricultural innovations in Ethiopia: the role of education* (N.º 200-05; CSAE Working Paper Series). University of Oxford.
- Wellman, B. (1926). The school child's choice of companions. *The Journal of Educational Research*, 14, 126-132. <https://doi.org/10.1080/00220671.1926.10879675>
- White, H. D., & Griffith, B. C. (1981). Author cocitation: A literature measure of

- intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(3), 163-171. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/asi.4630320302>
- Willer, H., Trávníček, J., Meier, C., & Schlatter, B. (2021). *The world of organic agriculture 2021-statistics and emerging trends*.
- Wilson, G. (2007). *Multifunctional Agriculture : A Transition Theory Perspective*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845932565.0000>
- Wolfe, J. S., & Burghardt, A. F. (1978). the Neighbourhood Effect in a Local Election. *Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, 22(4), 298-305. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1978.tb01524.x>
- Wood, B. A., Blair, H. T., Gray, D. I., Kemp, P. D., & Kenyon, P. R. (2014). Agricultural Science in the Wild: A Social Network Analysis of Farmer Knowledge Exchange. *PLoS ONE*, 9(8), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105203>
- Woods, M. (2011). *Rural Geography: Processes, Responses and Experiences in Rural Restructuring*. <https://doi.org/10.4135/9781446216415>
- World Bank. (2007). *Enhancing Agricultural Innovation : How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems* (World Bank (ed.)). <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7184>
- Wossen, T., Berger, T., & Di Falco, S. (2015). Social capital, risk preference and adoption of improved farm land management practices in Ethiopia. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 46(1), 81-97. <https://doi.org/10.1111/agec.12142>
- Zarazúa-Escobar, J. A., Almaguer-Vargas, G., & Márquez-Berber, S. R. (2011). Innovation networks in the strawberry production system in Zamora, Michoacán, Mexico. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 17(1), 51-60. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.17.008>

13. ANNEXOS

1.1 Anexo I. Encuestas y entrevistas

13.1.1 Cuestionario utilizado en el Artículo 2: “Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación”

Durante el año 2018, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada cara a cara con 11 agricultores con el objetivo de recopilar información sobre las innovaciones adoptadas y las relaciones entre los agricultores y otras entidades influyentes. Para ello, se dividieron los datos en tres secciones. En la Sección 1, se recopilaron datos sobre los atributos de los agricultores. En la Sección 2, se recopiló información sobre las innovaciones adoptadas a través de un listado que sirvió como guía. Por último, en la Sección 3, se establecieron las relaciones entre las innovaciones adoptadas (con el año de adopción correspondiente), los actores o entidades influyentes involucrados y su ubicación geográfica, con el objetivo de conocer la procedencia de las innovaciones.

Sección 1: atributos

1.1 Género

- Mujer
- Hombre
- Otros
- Prefiero no decirlo

1.2 Edad (pregunta abierta):

1.3 Nivel de estudios:

- Educación básica obligatoria
- Ciclo formativo relacionado con la agricultura
- Ciclo formativo no relacionado con la agricultura
- Estudios universitarios relacionados con la agricultura
- Estudios universitarios no relacionados con la agricultura
- Cursos de formación
- Otros

1.4 Municipio donde se realiza la actividad agraria:

1.7 Sistema o enfoque de producción

- Agricultura ecológica
- Agricultura ecológica no certificada
- Agroecología certificada
- Agroecología no certificada
- Convencional

- Convencional
- Otros

1.9 Principal cultivo (pregunta abierta)?

1.10 Superficie:

Sección 2: adadopción de innovaciones

2. Preguntas sobre innovaciones adoptadas en base al siguiente listado

A. Producto [mejoras en el producto]

1. Variedades locales (semillas, etc.)
2. Variedades comerciales (semillas, etc.)
3. Otras mejoras en la calidad del producto
4. Otros (especificar)

B. Proceso [mejoras en el proceso de producción]

5. Asociación de cultivos comestibles
6. Asociación de cultivos silvestres
7. Fertilización y abonos
8. Análisis de suelo
9. Manejo del suelo
10. Manejo de la vegetación espontánea
11. Métodos de siembra
12. Control de plagas y enfermedades
13. Desinfección
14. Setos como mejora
15. Estanques y embalses
16. Refugios y cajas nido
17. Integración animal
18. Composteras
19. Maquinaria agrícola
20. Eficiencia energética
21. Sistema de riego / agua

22. Software (data's), equipos

23. Distribución

24. Fauna auxiliar

25. Otros (especificar)

C. Organizativa [mejoras en el reparto de tareas]

26. Personal técnico

27. Organización económica

28. Relaciones comerciales

29. Reparto de tareas

30. Vías para la formación

31. Asociacionismo

32. Cooperativismo

33. Otros (especificar)

D. Marketing [vías de venta de producto y marcas]

34. Comercio online

35. Mercados [local, minorista, mayorista]

36. Mercados Internacional

37. Venta directa Grupos de consumo

38. Búsqueda de otros mercados

39. Otros (especificar)

40. Mejoras diseño marca

41. Sondeo antes de la venta

42. Difusión medios sociales

Sección 3. Red de relaciones entre innovaciones y fuentes de información

1. De las innovaciones que ha mencionado que realiza:

a. ¿Año de adopción?

b. ¿Fuente de información (otros agricultores, asesores, técnicos, entidades, internet, libros, etc) para la adopción de las innovaciones?

c. Localización de dónde procede la innovación:

2. Matriz de relaciones. ¿Cree que hay o ha habido relación de intercambio de información relativamente continuada entre las personas o instituciones que ha mencionado?

Tabla 13. Ejemplo de matriz de adyacencia utilizada en la encuesta

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	0									
A2		0								
A3			0							
A4				0						
A5					0					
A6						0				
A7							0			
A8								0		
A9									0	
A10										0

13.1.2 Cuestionario utilizado en el Artículo 3: “Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en producciones agrarias sostenibles durante el confinamiento por la pandemia COVID-19”

Esta investigación se llevó a cabo durante la pandemia por la COVI-19 y se utilizó una encuesta y entrevistas semiestructuradas para conocer el impacto del confinamiento (por las restricciones de movilidad). Este trabajo se realizó en línea (encuesta online y llamada telefónica). La muestra de esta investigación es de 75 productores agrarios distribuidos en la Comunidad Valenciana.

Sección 1: atributos

1.1 Género

- Mujer
- Hombre
- Otros
- Prefiero no decirlo

1.2 Edad (pregunta abierta):

1.3 Nivel de estudios:

- Educación básica obligatoria
- Ciclo formativo relacionado con la agricultura

- Ciclo formativo no relacionado con la agricultura
- Estudios universitarios relacionados con la agricultura
- Estudios universitarios no relacionados con la agricultura
- Cursos de formación
- Otros

1.4 Municipio donde se realiza la actividad agraria:

1.5 Sistema o enfoque de producción

- Agricultura ecológica
- Agricultura ecológica no certificada
- Agroecología certificada
- Agroecología no certificada
- Convencional
- Convencional
- Otros

1.6 Principal cultivo (pregunta abierta)?

1.7 Superficie:

Sección 2: impacto del confinamiento

Puede indicar cuál ha sido la percepción del impacto en sus labores agrarias del periodo de confinamiento por la pandemia de la COVID-19. Para ello indique el grado de impacto en la siguiente escala: 1 (muy negativo); 2 (negativo); 3 (neutro); 4 (positivo); 5 (Muy positivo):

1. En la movilidad:
2. En la producción
3. En las ventas
4. En el apoyo institucional

13.1.3 Questionnaire used in the Article 4: “Innovative farming practices and information sources. An analysis of trends in the United Kingdom’s arable and livestock farming”

This section shows the online survey conducted. It is divided into 5 sections: 1) attributes of the farmers; 2) attributes of the production system; 3) questions about the adoption of innovations; 4) answers about the actors or influential entities in the adoption of the adopted innovations; 5) relationships between the influential actors or entities.

The survey was designed as a logical sequence. Depending on whether the respondent was a farmer or a rancher and on the statements regarding the adoption of innovations (Yes/No) the survey followed one path or the other.

Section 1: attributes

1. Farmers’ attributes

1.1 What is your gender?

- Female
- Male
- Other
- I prefer not to say

1.2 Which age bracket do you fall in?

- 18 – 24
- 25 – 34
- 35 – 44
- 45 – 54
- 55 – 64
- 65 – 74
- +75

1.3 What is your highest level of qualification?

- Below GCSE
- GCSE or equivalent
- A-Level or equivalent
- HND/BA/BSc degree or equivalent
- MA/MSc degree or equivalent
- Doctoral degree or equivalent

Other

1.4 In which region is your farm located?

- South East; London
- North West
- East of England
- West Midlands
- South West
- Yorkshire and the Humber
- East Midlands
- North East; Scotland
- Northern Ireland
- Wales
- Other (outside UK)

1.5 Which town are you nearby?

1.6 Attributes of the farmers' production system

1.7 How would you describe your main farming system?

- Organic with certification
- Organic non-certification
- Agro-ecological
- Regenerative farming
- Conventional
- Other

1.8 What is your main type of farm?

- Arable
- Livestock

1.9 What is your main type of crop?

- Cereal
- Other arable crops (Sugar beet, maize, forage, fodder, oilseeds, protein crops)
- Potatoes
- Horticulture (vegetables, fruit crops)
- Temporary pasture
- Permanent pasture
- Woodland
- Other

1.10 Total hectares in your farm:

1.11 What is your main type of livestock?

- Dairy cattle
- Beef cattle
- Sheep
- Poultry
- Pigs
- Other

1.12 Number of animals:

1.13 Total hectares:

Section 2: adoption of innovations

3. Questions about innovations

3.1 Arable

Practice 1: Have you introduced pasture improvements? Yes/No

Practice 2: Have you made any significant changes that improve animal welfare? Yes/No

Practice 3: Have you made changes in animal grazing, feeding and supplementation (e.g. mob grazing, dietary change)? Yes/No

Practice 4: Do you carry out practices for the improvement or extension of hedgerows or borders or other landscape elements? Yes/No

3.2 Livestock

Practice 5: Do you use alternative fertilisation methods or fertilisers (e.g. biofertilisers, inoculants, etc)? Yes/No

Practice 6: Have you introduced precision farming techniques (e.g. variable rate application, yield mapping)? Yes/No

Practice 7: Do you carry out any non-inversion tillage method? Yes/No

Practice 8: Have you made any improvements to machinery and equipment? (e.g. purchased or upgraded a tractor, implement or auxiliary equipment)? Yes/No

Section 3: sources of information

4. Questions about the actors and/or entities influencing the adoption of innovations.

4.1 Year did you introduce the practice on your farm: Select a year between 1990 -2021.

4.2 Who was the main influence on your decision to try this practice?

- Farmer neighbour
- Family or friends

- Representative of company
- Representative of company or farmers in event or fair
- Representative of Adviser/Consultant (private or public)
- Representative of Industry bodies (NFU, AHDB)
- Representative of NGOs (FWAG, Soil Association, Innovative Farmers)
- Representative of Government (for regulations/recommendations)
- Influencer in Internet (social media, YouTube, etc.)
- Other

4.3 Location of this influencer (or nearby town):

5. Relationships between actors and entities based on the innovations adopted:

If you ticked "Yes" in more than one of the above answers, can you tell us whether the persons who influenced you to introduce the practices share any professional information with each other?

5.1 Arable

Influencers from Practice 1 and Practice 2 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 1 and Practice 3 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 1 and Practice 4 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 2 and Practice 3 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 2 and Practice 4 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 3 and Practice 5 share information with each other: Yes/No

5.2 Livestock

Influencers from Practice 5 and Practice 6 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 5 and Practice 7 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 5 and Practice 8 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 6 and Practice 7 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 6 and Practice 8 share information with each other: Yes/No

Influencers from Practice 7 and Practice 8 share information with each other: Yes/N

13.1.4 Cuestionario utilizado en el Artículo 5 “Social networks influencing the adoption of sustainable agricultural innovations. The case of Valencia Region farmers”

Esta investigación fue realizada por medio de una encuesta a una muestra de 104 agricultores. De las cuales seis fueron descartadas, obteniendo una muestra final de 98 encuestas. La encuesta fue enviada a través de la plataforma Google Forms y se estructura de la siguiente manera. A causa de la pandemia esta encuesta se realizó exclusivamente online.

Sección 1: atributos

1.1 Género

- Mujer
- Hombre
- Otros
- Prefiero no decirlo

1.2 Edad (pregunta abierta):

1.3 Nivel de estudios:

- Educación básica obligatoria
- Ciclo formativo relacionado con la agricultura
- Ciclo formativo no relacionado con la agricultura
- Estudios universitarios relacionados con la agricultura
- Estudios universitarios no relacionados con la agricultura
- Cursos de formación
- Otros

1.4 Municipio donde se realiza la actividad agraria:

1.7 Sistema o enfoque de producción

- Agricultura ecológica
- Agricultura ecológica no certificada
- Agroecología certificada
- Agroecología no certificada
- Convencional
- Convencional

Otros

1.9 Principal cultivo (pregunta abierta)?

1.10 Superficie:

1.11 Jornada (Parcial/Completa):

1.12 Cultivo (secano/regadío)

Sección 2: adopción de innovaciones

2. Seleccione un mínimo de 3 innovaciones y un máximo de 8 que haya introducido en su explotación y que considere importantes. Algunos ejemplos de innovaciones pueden ser: introducción de semillas u otras mejoras de la calidad de producto, relacionadas con abono, fauna auxiliar, control de plagas, riego, maquinaria, organización, comercialización o marketing:

Sección 3. Red de relaciones entre innovaciones y fuentes de información

3. De las innovaciones que ha mencionado que realiza:

- a. ¿Año de adopción?
- b. ¿Fuente de información (otros agricultores, asesores, técnicos, entidades, internet, libros, etc) para la adopción de las innovaciones?
- c. Localización de dónde procede la innovación:

4. Matriz de relaciones. ¿Cree que hay o ha habido relación de intercambio de información relativamente continuada entre las personas o instituciones que ha mencionado?

Tabla 14. Ejemplo de matriz de adyacencia utilizada en la encuesta

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	0									
A2		0								
A3			0							
A4				0						
A5					0					
A6						0				
A7							0			
A8								0		
A9									0	
A10										0

13.2 Anexo II: glosario de agricultura orgánica

13.2.1 Glosario de agricultura orgánica [English]

System/ approach	Remark	Definition
<p>Agricultural ecosystem (pp. 4 – 5)</p>	<p>Agroecosystems are determined by three factors, which exhibit genetic, spatial and temporal variation, and by their interactions: 1. The abiotic or physical/ecological environment is described by the climate and weather, altitude and topography; soil quality and fertility; water supply/irrigation; vegetation or land use; and location/access. 2. The agricultural biological genetic resources important for food and agriculture which can include the genotypes, cultivars and species of crops, trees, grassland, semi-domesticated and "wild" plants; genotypes, races and breeds of domesticated and wild animals and fish; as well as insects, arthropods, fungi, and micro-organisms, including those that may be beneficial and harmful. 3. The agricultural activities and decisions of farmers (including activities related to herding, forestry and fisheries), which are characterized by management practices and socio-cultural variables. The management practices include type of cultivation, size of farm, technology and agronomic specifications and economic factors. The socio-cultural variables include population density/pressure, land tenure, knowledge systems and education, government services and policies. The activities and decisions of farmers, foresters, fishers and herders at field, farm and community levels, which modify and use the available resources to achieve certain production and management goals, are taken in an agroecological and socio-economic</p>	<p>A semi-natural or modified natural system managed by humans for food and agricultural production purposes.</p>

	context are influenced by the decisions of policy makers and governments.	
Agricultura convencional (pp. 29 – 30)	The organic community refers to conventional agriculture for indicating all non-organic agriculture systems, from the most industrial monocultures to integrated pest management practices that rely on ecological	What is accepted as the norm and is the most dominant agricultural practice. Since World War II, (mainly in the industrialized world), conventional agriculture has become an industrialized form of farming characterized by mechanization, monocultures, and the use of synthetic inputs such as chemical fertilizers, pesticides and genetically modified organisms (GMOs), with an emphasis on maximizing productivity and profitability and treating the farm produce as a commodity. In large parts of the developing world, agriculture is still "traditional", ranging from well-managed polycultures to extensive and eroding pastures.
Agricultura industrial (p. 74)		Industrial agriculture is a form of modern farming that refers to the industrialized production of livestock, poultry, fish, and crops. The methods of industrial agriculture are technoscientific, economic and political. They include innovation in agricultural machinery and farming methods, genetic technology, techniques for achieving economies of scale in production, the creation of new markets for consumption, the application of patent protection to genetic information, and global trade. These methods are widespread in developed nations and increasingly prevalent worldwide.
Agricultura ecológica (p. 38)	Ecological agriculture practices focus on one or more of the following interventions: the management of soil fertility by taking account of soil structure and composition, nutrient cycling and the action of micro organisms; the management of insect pests by taking account of population	Ecological agriculture is a management system that enhances natural regenerative processes and stabilize interactions within local agro-ecosystems. Ecological agriculture includes organic agriculture as well as other ecological approaches to farming that allow the use of synthetic inputs.

	dynamics, natural enemies, and plant compensation; the management of crop varieties by taking account of genetic diversity, the dynamics of resistance, and local adaptation; the overall management of a cropping pattern by taking account of local landscape, the flow of inputs and outputs on the farm, and the multifunctional nature of agricultural production.	In Spanish, however, ecological agriculture is a legally protected term that refers to organic agriculture.
Organic agriculture/ Biological farming (pp. 99 – 100)	Terms such as "biological" and "ecological" are also used in an effort to describe the organic system. Organic production systems are based on specific and precise standards of production which aim at achieving optimal agro-ecosystems which are socially, ecologically and economically sustainable. Remarks: The FAO Conference on Organic Agriculture and Food Security (2007) defined organic agriculture as a neo-traditional food system.	Organic agriculture is a holistic production management system which promotes and enhances agroecosystem health, including biodiversity, biological cycles, and soil biological activity. It emphasizes the use of management practices in preference to the use of off-farm inputs, taking into account that regional conditions require locally adapted systems. This is accomplished by using, where possible, cultural, biological and mechanical methods, as opposed to using synthetic materials, to fulfil any specific function within the system.
Certified organic agriculture (pp. 20 – 21)	Certified organic products are identified by the organic label.	Certified organic agriculture refers to agricultural systems and products that have been managed and produced in accordance with specific standards or technical regulations and that have been inspected and approved by a certification body.
Non-certified organic agriculture (p. 95)		In many developing countries, there are agricultural systems that fully meet the requirements of organic agriculture but which are not certified. Non-certified organic agriculture refers to organic agricultural practices by intent and not by default; this excludes non-sustainable systems which do not use synthetic inputs but which degrade soils due to lack of soil building practices. It is difficult to quantify

		the extent of these agricultural systems as they exist outside the certification and formal market systems. The produce of these systems is usually consumed by households or sold locally (e.g. urban and village markets) at the same price as their conventional counterparts. In developed countries, non-certified organic food is often sold directly to consumers through local community support programmes such as box schemes, farmers markets and at the farm gate.
Certification (p. 19)	It is only when a certification body has verified fulfilment of specific organic standards that the system, process or product can be certified and labelled as organic. The organic label will differ depending on the certification body, but can be taken as an assurance that the essential elements constituting an "organic" product have been met from the farm to the market.	Certification is the procedure by which official certification bodies, or officially recognized certification bodies, provide written or equivalent assurance that foods or food control systems conform to requirements. Certification is based on a range of inspection activities which may include continuous on-line inspection, auditing of quality assurance systems and examination of finished products.
Certification body (pp. 19 – 20)		A body, which is responsible for verifying that a product sold or labelled as "organic" is produced, processed, prepared, handled, and imported according to Codex Guidelines.
Integrated production (pp. 77 – 78)		System that mixes plant, livestock, trees and/or fish, produced contemporarily. Emphasis is placed on a holistic systems approach involving the entire farm as the basic unit and on balanced nutrient cycles. Biological, technical and chemical methods are balanced carefully taking into account the protection of the environment, profitability and social requirements.
System approach (p. 140)		The consideration of different interacting parts of a distinct entity (i.e. system). In a food system, this involves the integration of all bio-physical and socio-political variables involved in the

		performance of the system. Context: A systems approach to agricultural knowledge helps understand the complexity inherent in the knowledge process since it addresses the linkages among a multitude of actors, the performance of their relationships, and the social and institutional boundaries involved. The systems approach acknowledges the multiplicity of actors in the knowledge process, each playing one or more often overlapping tasks with functional interdependency.
Agroecology (pp. 8 – 9)	Agroecology and organic agriculture are often used interchangeably, although agroecology does not necessarily have to adhere to the strict prohibition on the use of synthetic inputs.	Agroecology is the science and practice of applying ecological concepts and principles to the study, design and management of the ecological interactions within agricultural systems (e.g. relations between and among biotic and abiotic elements). This whole-systems approach to agriculture and food systems development is based on a wide variety of technologies, practices and innovations including local and traditional knowledge as well as modern science.
Agro-ecological knowledge (pp. 8 – 9)	There is an increasing awareness that local knowledge and practices should be recognized in developing initiatives aimed at sustaining and improving the livelihoods of farming communities and the environment. Interest amongst research, education and development institutions to investigate and document local ecological knowledge has grown significantly over the last few years.	Ecological knowledge refers to what people know about their natural environment, based primarily on their own experience and observation. Agro-ecological knowledge refers to farmers' knowledge of ecological interactions within the farming system.
Biodynamic agriculture (pp. 14 – 15)	Biodynamics includes the use of "cosmic rhythms" where different phases or cycles of the sun, moon, planets and stars determine both the quantity and quality of their light that reaches plants. By paying close attention to a very detailed planting calendar, biodynamic farmers are given precise dates and hours for	Biodynamic agriculture considers both the material and spiritual context of food production and works with terrestrial as well as cosmic influences. The influence of planetary rhythms on the growth of plants and animals, in terms of the ripening power of light and warmth, is managed by guiding cultivation

	sowing. So specific is this calendar that it often provides a range of days and certain hours with favourable or unfavourable lunar or planetary aspects.	times with an astronomical calendar. All organic principles apply to biodynamic farming, gardening and forestry. A specific feature of biodynamic agriculture, inspired by Rudolf Steiner (1861- 1925) is the regeneration of the forces that work through the soil to the plant by using compost and spray preparations from naturally fermented organic substances in minute doses to soils and crops. The aim is to harvest crops which not only have substances but also vitality. The use of biodynamic preparations has been shown to have substantial restoration power on exhausted soils and biodynamic animals seem to have better resistance to infection.
Permacultura (p. 120)	Permaculture is not limited to plant and animal agriculture, but also includes community planning and development, and the use of appropriate technologies, i.e. solar and wind power, composting toilets, solar greenhouses, energy efficient housing, water collection and re-use systems, solar food cooking and drying.	Permaculture (permanent+agriculture) is the conscious design and maintenance of agriculturally productive ecosystems which have the diversity, stability, and resilience of natural ecosystems. It is a land use and community building movement which strives for the harmonious integration of human dwellings, microclimate, annual and perennial plants, animals, soils, and water into stable, productive communities. The focus is not on these elements themselves, but rather on the relationships created among them by the way we place them in the landscape. This synergy is further enhanced by mimicking patterns found in nature. It is a system of assembling conceptual, material, and strategic components in a pattern which functions to benefit life in all its forms.
Agroforestry (pp. 9 – 10)	Although much less than rotations, agroforestry is increasingly encouraged in organic agriculture as a viable diversification strategy. It offers opportunities to increase yields of staple food crops and	Agroforestry is a collective name for land-use systems and technologies where woody perennials (trees, shrubs, palms, bamboos, etc.) are deliberately used on the same land management unit as agricultural

	create productive mixed cropping systems.	crops and/or animals, in some form of spatial arrangement or temporal sequence. In agroforestry systems there are both ecological and economic interactions between the different components
Conservation agriculture (CA) (p. 27)	Conservation agriculture promotes no tillage to safeguard soil biodiversity, uses several organic fertilization practices such as rotations and mulching but allows the use of genetically modified organisms (GMOs) and chemical inputs, namely herbicides.	Conservation agriculture aims to achieve sustainable and profitable agriculture and subsequently aims at improved livelihoods of farmers through the application of the three CA principles: minimal soil disturbance, permanent soil cover and crop rotations.
Input substitution (p. 75)		Substituting synthetic inputs with inputs that are approved for organic production. That implies intervening when a problem arises rather than prevention and building an ecological balance by using an array of cultural and biological practices to build soils, control pests and grow nutritious, productive crops — as had been the tradition in organic farming. While input substitution may be a necessary step when converting to organic, it is not economically efficient nor is it the most sustainable approach in the long-term.
Zero tillage (p. 150)		Zero tillage is the simple technique of drilling seed into the soil with little or no prior land preparation. Zero tillage is a technical component used in conservation agriculture, but not everyone carrying out zero tillage is
Minimum tillage (p. 90)		Minimum tillage is a tillage method that does not turn the soil over, with a view to maintain biodiversity structure
Regenerative farming		

Source: (FAO, 2009)

13.2.2 Glosario de agricultura orgánica [Spanish]

Sistema /enfoque	Comentario	Definición
Ecosistema agrícola (Pág. 4 – 5)	Los ecosistemas agrícolas están determinados por tres factores, que presentan variación genética, espacial y temporal, así como por sus interacciones: 1. El medio abiótico o físico/ecológico se define por el clima y la meteorología, la altitud y la topografía, la calidad del suelo y la fertilidad, el abastecimiento de agua y el riego, la vegetación o el uso de la tierra, y la ubicación/acceso. 2. Los recursos genéticos agrobiológicos importantes para la alimentación y la agricultura, que pueden incluir los genotipos, cultivares y especies de cultivos, árboles, pastizales, plantas semidomesticadas y “silvestres”; los genotipos y razas de peces y mamíferos salvajes y domesticados, así como insectos, artrópodos, hongos y microorganismos, incluidos tanto los que pueden ser beneficiosos como los perjudiciales. 3. Las actividades agrícolas y decisiones de los agricultores (incluidas las actividades relacionadas con el pastoreo, la silvicultura y la pesca), caracterizadas por prácticas de gestión y variables socioculturales. Las prácticas de gestión comprenden el tipo de cultivo, el tamaño de la explotación agropecuaria, la tecnología y las especificaciones agronómicas, y los factores económicos. Las variables	Sistema seminatural o sistema natural modificado gestionado por seres humanos para la producción agroalimentaria.

	<p>socioculturales incluyen la densidad y presión demográficas, el régimen de tenencia de tierras, los sistemas de conocimiento y educación, los servicios públicos y las políticas gubernamentales. Las actividades y decisiones de los agricultores, técnicos forestales, pescadores y ganaderos, a nivel del campo, la explotación agropecuaria y la comunidad, que modifican y utilizan los recursos disponibles para conseguir ciertos objetivos de producción y gestión, se toman en un contexto agroecológico y socioeconómico, y se ven afectadas por las decisiones que toman los responsables políticos y los gobiernos.</p>	
<p>Agricultura convencional (Pág. 29 – 30)</p>	<p>La comunidad orgánica utiliza la expresión “agricultura convencional” para referirse a todos los sistemas agrícolas no orgánicos, desde los monocultivos más industriales hasta las prácticas de gestión integrada de plagas que se basan en comunidades ecológicas, pero permiten el uso de insumos sintéticos</p>	<p>La práctica agrícola aceptada como norma y predominante. Desde la Segunda Guerra Mundial (principalmente en el mundo industrializado), la agricultura convencional se ha convertido en una forma industrializada de agricultura caracterizada por la mecanización, los monocultivos y el uso de insumos sintéticos, como fertilizantes químicos, plaguicidas y organismos modificados genéticamente, que se centra en lograr productividades y rentabilidades máximas, y que trata los productos agrícolas como mercancías. En grandes zonas del mundo en desarrollo, la agricultura sigue siendo "tradicional", con sistemas diversos, desde sistemas de policultivo bien gestionados hasta sistemas de pastoreo extensivos y erosionantes.</p>

<p>Agricultura industrial (Pág. 74)</p>		<p>La expresión “agricultura industrial” se refiere a un tipo de producción agropecuaria industrializada moderna de ganado, aves, peces y cultivos. La agricultura industrial emplea métodos técnico-científicos, económicos y políticos, como son: innovación en maquinaria y métodos de producción agropecuarios, tecnología genética, técnicas para lograr economías de escala en la producción, creación de nuevos mercados de consumo, protección mediante patentes de la información genética, y comercio a escala internacional. Estos métodos están generalizados en los países desarrollados y son cada vez comunes en todo el mundo</p>
<p>Agricultura ecológica (Pág. 38)</p>	<p>Las prácticas de agricultura ecológica se centran en una o varias de las intervenciones siguientes: la gestión de la fertilidad del suelo teniendo en cuenta su estructura y composición, el reciclado de nutrientes y la acción de los microorganismos; la gestión de las plagas de insectos considerando la dinámica de poblaciones, los enemigos naturales y la compensación vegetal; la gestión de las variedades de cultivos contemplando la diversidad genética, la dinámica de la resistencia y la adaptación local; la gestión completa de un plan de cultivos teniendo en cuenta el paisaje local, el flujo de insumos y productos de la explotación y la naturaleza multifuncional de la producción agrícola.</p>	<p>Los sistemas de gestión de la agricultura ecológica conllevan prácticas que mejoran los procesos regenerativos naturales y estabilizan las interacciones dentro de los ecosistemas agrícolas locales. La agricultura ecológica incluye la agricultura orgánica, así como otros métodos agropecuarios ecológicos que permiten el uso de insumos sintéticos. En castellano, sin embargo, la expresión “agricultura ecológica” se utiliza en la legislación en referencia a la agricultura orgánica.</p>

<p>Agricultura orgánica (Pág. 99 – 100)</p>	<p>La Conferencia Internacional sobre Agricultura Orgánica y Seguridad Alimentaria de la FAO (2007) define la agricultura orgánica como un sistema alimentario neotradicional. En el intento de describir más claramente el sistema orgánico se usan también términos como "biológico" y "ecológico". Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr ecosistemas agrícolas óptimos, que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico.</p>	<p>En el intento de describir más claramente el sistema orgánico se usan también términos como "biológico" y "ecológico". Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr ecosistemas agrícolas óptimos, que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico. Definición: La agricultura orgánica es un sistema integral de gestión de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema agrícola, incluidos su biodiversidad, ciclos biológicos y actividad biológica del suelo. Da preferencia al uso de prácticas de gestión sobre el de insumos ajenos a la explotación, teniendo en cuenta que las condiciones regionales necesitan sistemas adaptados a la realidad local. Para ello, se utilizan, en la medida de lo posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en lugar de materiales sintéticos, para realizar cualquier función específica dentro del sistema</p>
<p>Agricultura orgánica certificada (Pág. 20 – 21)</p>	<p>Los productos orgánicos certificados se identifican mediante la etiqueta de productos orgánicos.</p>	<p>Conjunto de sistemas y productos agrícolas gestionados y producidos de conformidad con normas o reglamentos técnicos específicos, y que han sido inspeccionados y aprobados por un organismo de certificación</p>
<p>Agricultura orgánica no certificada (Pág. 95)</p>		<p>En muchos países en desarrollo, hay sistemas agrícolas que cumplen plenamente los requisitos de la agricultura orgánica pero que no están certificados. La expresión “agricultura orgánica no certificada” se refiere a las prácticas agrícolas orgánicas que</p>

		<p>lo son de forma intencionada, no por abandono; este concepto excluye los sistemas no sostenibles que, aunque no emplean insumos sintéticos, degradan los suelos porque no toman medidas para mejorarlo. No es fácil cuantificar la extensión de estos sistemas agrícolas, ya que no forman parte de los sistemas de certificación y de mercado oficiales. Los productos de estos sistemas suelen consumirse en los hogares o se venden en la región (por ejemplo, en mercados urbanos y rurales) al mismo precio que los productos homólogos convencionales. En los países desarrollados, los alimentos orgánicos no certificados suelen venderse directamente a los consumidores a través de programas de apoyo a la comunidad; por ejemplo, mediante sistemas de distribución directa en cestas, mercados de agricultores y venta en la propia granja.</p>
<p>Certificación (Pág. 19)</p>	<p>Un sistema, proceso o producto puede certificarse y etiquetarse como orgánico solo cuando un organismo de certificación haya verificado el cumplimiento de normas concretas sobre la producción orgánica. La etiqueta de los productos orgánicos será distinta en función del organismo de certificación, pero puede interpretarse como una garantía de que se han cumplido, de la granja al mercado, los aspectos esenciales que hacen que un producto sea "orgánico".</p>	<p>La certificación es el procedimiento mediante el cual los organismos oficiales de certificación, o los organismos de certificación oficialmente reconocidos, garantizan por escrito o por un medio equivalente que los alimentos o los sistemas de control de alimentos cumplen los requisitos. La certificación se basa en diversas actividades de inspección que pueden incluir la inspección continua en línea, la auditoría de los sistemas de garantía de la calidad y el examen de los productos acabados.</p>
<p>Organismo de</p>		<p>Organismo responsable de verificar que los productos vendidos o etiquetados como</p>

certificación (Pág. 19 – 20)		“orgánicos” se han producido, elaborado, preparado, manipulado e importado de conformidad con estas directrices.
Producción integrada (Pág. 77 – 78)		Producción integrada: sistema que combina la producción simultanea de plantas, ganado, árboles o peces. Se centra en un enfoque sistémico integral que afecta a toda la explotación como unidad básica y en el equilibrio de los ciclos de nutrientes. Se aplican métodos biológicos, técnicos y químicos equilibrados cuidadosamente teniendo en cuenta la protección del medio ambiente, la rentabilidad y las necesidades sociales.
Enfoque sistémico (Pág. 140)		Consideración de las distintas partes de una entidad diferenciada (es decir, un sistema) que interactúan entre sí. En un sistema alimentario, este enfoque conlleva la integración de todas las variables biofísicas y sociopolíticas que intervienen en el desempeño del sistema.
Agricultura agroecológica (Pág. 8 – 9)	Los términos “agroecología” y “agricultura orgánica” suelen utilizarse de forma intercambiable, aunque la agroecología no promulga necesariamente la prohibición estricta del uso de insumos sintéticos.	La agroecología es la ciencia y la aplicación práctica de conceptos y principios ecológicos al estudio, el diseño y la gestión de las interacciones ecológicas en los sistemas agropecuarios (por ejemplo, las relaciones entre elementos bióticos y abióticos). Este enfoque sistémico integral en materia de desarrollo de los sistemas agropecuarios y alimentarios se basa en muy diversas técnicas, prácticas e innovaciones, que incluyen los conocimientos locales y tradicionales además de los de la ciencia moderna.

<p>Conocimiento agroecológico (Pág. 8 – 9)</p>	<p>Hay una concienciación cada vez mayor de que conocimientos locales y tradicionales además de los de la ciencia moderna</p>	<p>El conocimiento agroecológico se refiere a los conocimientos de las personas sobre su entorno natural, basado sobre todo en la experiencia y la observación y, en particular, a los conocimientos de los agricultores sobre las interacciones del ecosistema con el sistema agropecuario.</p>
<p>Agricultura biodinámica (Pág. 14 – 15)</p>	<p>La biodinámica incluye el uso de "ritmos cósmicos": las distintas fases o ciclos del sol, la luna, los planetas y las estrellas determinan la cantidad y la calidad de la luz que emiten y llega a las plantas. Los agricultores biodinámicos cumplen escrupulosamente un calendario de plantación muy detallado, con fechas y horas precisas de siembra. Este calendario es tan específico que suele indicar una serie de días y ciertas horas en que los aspectos lunares o planetarios son favorables o desfavorables.</p>	<p>La agricultura biodinámica tiene en cuenta tanto el contexto material como el espiritual de la producción de alimentos y trabaja tanto con influencias terrestres como cósmicas. La influencia de los ritmos planetarios en el crecimiento de las plantas y los animales, en lo que respecta al poder de maduración de la luz y el calor, se gestiona programando los tiempos de cultivo con un calendario astronómico. Todos los principios de la agricultura orgánica se aplican a la agricultura y ganadería, jardinería y silvicultura biodinámicas. Una característica concreta de la agricultura biodinámica, inspirada por Rudolf Steiner (1861-1925), es la regeneración de las fuerzas que actúan sobre la planta desde el suelo mediante el uso de compost y preparados de sustancias orgánicas fermentadas de forma natural que se añaden a los suelos y cultivos, pulverizados, en dosis mínimas. El objetivo es que los cultivos recolectados no solo contengan sustancias, sino también vitalidad. Se ha demostrado que el uso de preparados biodinámicos tiene un poder de restauración importante en suelos agotados y parece que</p>

		los animales biodinámicos son más resistentes a las infecciones.
Permacultura (Pág. 120)	La permacultura no se limita al ámbito de la agricultura y la ganadería, sino que también se ocupa de la planificación y desarrollo de las comunidades, así como de la aplicación de tecnologías apropiadas, como la energía solar y eólica, los inodoros biológicos, los invernaderos solares, las viviendas bioclimáticas, los sistemas de captación y de reutilización de agua, y la cocción y desecación de alimentos mediante energía solar.	La permacultura (viene de “permanente” + “agricultura”) es el diseño deliberado y mantenimiento de ecosistemas agropecuarios productivos con la diversidad, estabilidad y resiliencia de un ecosistema natural. Es un movimiento en pro de la utilización de la tierra y la creación de comunidades que se esfuerza por integrar de forma armoniosa viviendas, microclima, plantas anuales y perennes, animales, suelos y agua en comunidades productivas estables. La permacultura no se centra en estos elementos como tales, sino en las relaciones creadas entre ellos en función de cómo los situemos en el paisaje. Esta sinergia se potencia además imitando los patrones de la naturaleza. Es un sistema que permite reunir componentes conceptuales, materiales y estratégicos en un patrón que funciona en pro de todo tipo de formas de vida.
Agroforestal (Pág. 9 – 10)	Aunque mucho menos que las rotaciones de cultivos, la agrosilvicultura se está fomentando cada vez más en la agricultura orgánica como estrategia de diversificación viable, ya que ofrece oportunidades para aumentar el rendimiento de los cultivos de alimentos básicos y para crear sistemas de producción diversificada.	El término “agrosilvicultura” (o agroforestería) designa, de forma colectiva, los sistemas y técnicas de uso de tierras en los que se utilizan deliberadamente plantas leñosas perennes (árboles, arbustos, palmeras, bambúes, etc.) en la misma unidad de terreno que ocupan cultivos o animales, con algún tipo de ordenación espacial o secuencia temporal. En los sistemas agrosilvícolas hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diversos componentes

<p>Agricultura de conservación (Pág. 27)</p>	<p>La agricultura de conservación fomenta el cultivo sin labranza para proteger la biodiversidad de los suelos, y emplea prácticas de fertilización orgánica como las rotaciones de cultivos y la cobertura del suelo con materia orgánica, pero permite el uso de organismos modificados genéticamente y de insumos químicos, concretamente de herbicidas.</p>	<p>La finalidad de la agricultura de conservación es lograr una agricultura sostenible y rentable y, en último término, la mejora de los medios de vida de los agricultores mediante la aplicación de sus tres principios: alteración mínima del suelo, cobertura permanente del suelo y rotaciones de cultivos.</p>
<p>Sustitución de insumos (Pág. 75)</p>		<p>Sustitución de insumos sintéticos por insumos aprobados para la producción orgánica. Ello conlleva intervenir cuando surge un problema en lugar de basarse en la prevención y crear un equilibrio ecológico aplicando diversas prácticas culturales y biológicas para mejorar los suelos, controlar las plagas, y producir cultivos nutritivos y productivos, como se ha hecho tradicionalmente en la agricultura orgánica. Aunque la sustitución de insumos puede ser un paso necesario en la conversión a la agricultura orgánica, no es el enfoque más sostenible a largo plazo</p>
<p>Cultivo sin laboreo (Pág. 150)</p>		<p>El cultivo sin laboreo es sencillamente la práctica de introducir la semilla en el suelo con muy poca o ninguna preparación del suelo antes de la siembra. Es un componente técnico empleado en la agricultura de conservación, pero no todos los que usan la técnica del cultivo sin laboreo practican este tipo de agricultura.</p>
<p>Labranza mínima (Pág. 90)</p>		<p>Método de labranza en el que no se rotura el suelo, con el objetivo de mantener su diversidad (estructura) biológica.</p>

Agricultura regenerativa		
---------------------------------	--	--

Fuente: (FAO, 2009)

**13.3 Anexo III. Informe del director
(categorización de la revista y autorización de
coautores)**



INFORME DEL DIRECTOR

1. Cesión de derechos.
2. Categorización de las revistas que contienen las publicaciones.



1. CESIÓN DE DERECHOS

Javier Esparcia Pérez (DNI núm. 24312874B), como co-autor, con Rafael Mesa Manzano (DNI núm. 44880862L), de los siguientes artículos:

- a) Mesa Manzano, R. y Esparcia Pérez, J. (2021): Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 41(1), 133-159. <https://dx.doi.org/10.5209/aguc.76727>
- b) Mesa Manzano, R. y Esparcia Pérez, J. (2023): Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en la producción agrícola sostenible durante el confinamiento debido a la pandemia de COVID-19. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 43(1), 109-132. <https://dx.doi.org/10.5209/aguc.85940>
- c) Mesa Manzano, R., & Esparcia Pérez, J. (2023). Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption-diffusion of innovations in agriculture: a bibliometric review. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, (96). <https://doi.org/10.21138/bage.3336>

doy mi consentimiento para que formen parte de su tesis doctoral, titulada “**Difusión de innovaciones y redes sociales en la agricultura. Análisis de tendencias en la Comunidad Valenciana y Reino Unido**”, y DOY FE de que ninguno de los citados artículos forma parte de otra tesis doctoral.

Se señala a continuación la categorización-indexación de cada una de las revistas en el año más próximo al de la publicación de cada artículo.

Fdo. Javier Esparcia

En Valencia, a 28 de febrero de 2023



2. CATEGORIZACIÓN DE LAS REVISTAS

- 2.1. Mesa Manzano, R., & Esparcia Pérez, J. (2023). Theoretical framework and methods for the analysis of the adoption-diffusion of innovations in agriculture: a bibliometric review. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (96). <https://doi.org/10.21138/bage.3336>

Indexación de la Revista BAGE

- a) Scimago Journal Rank
 - a. Categoría: Geography
 - b. Cuartil en año de publicación (o más próximo): Q2
 - c. H Index (2021): 22
 - d. JSR: 0,35
- b) Citescore (Scopus)
 - a. Citescore 2021: 2,0
 - b. Citescore Rank 2021 (Category Geography): #310/747 (Percentile 58th)
 - c. Source Normalized Impact per Paper (SNIP 2021): 0,797
- c) Ranking de visibilidad e impacto en la FECYT: Cuartil 1 en el área temática de Geografía (año 2021).
- d) Journal Citation Reports -WoS (2021) (SSCI-Geography): 1,748. Rank by JCI: 94/167 (Q3).

- 2.2. Mesa Manzano, R. y Esparcia Pérez, J. (2021): Difusión de innovaciones en la agricultura ecológica y análisis de redes sociales: un ensayo de aplicación. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 41(1), 133-159.

<https://dx.doi.org/10.5209/aguc.76727> a) Scimago Journal Rank

- a. Categoría: Geography
 - b. Cuartil en año de publicación: Q3
 - c. H Index (2021): 9
 - d. JSR: 0,2
- b) Citescore (Scopus)
 - a. Citescore 2021: 0,9
 - b. Citescore Rank 2021 (Category Geography): # 512/747 (Percentile 31st)
 - c. Source Normalized Impact per Paper (SNIP 2021): 0,493
 - c) Ranking de visibilidad e impacto en la FECYT: Cuartil 3 en el área temática de Geografía.
 - d) Emerging Sources Citation Index-WoS (ESCI-Geography). Journal Citation Indicator: 0.16. Rank by JCI: 128/167 (Q4).



- 2.3. Mesa Manzano, R. y Esparcia Pérez, J. (2023): Cambios en la demanda y estrategias de adaptación en la producción agrícola sostenible durante el confinamiento debido a la pandemia de COVID-19. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 43(1), 109-132. <https://dx.doi.org/10.5209/aguc.85940> a) Scimago Journal Rank
- a. Categoría: Geography
 - b. Cuartil en año de publicación: Q3
 - c. H Index (2021): 9
 - d. JSR: 0,2
- b) Citescore (Scopus)
- a. Citescore 2021: 0,9
 - b. Citescore Rank 2021 (Category Geography): # 512/747 (Percentile 31st)
 - c. Source Normalized Impact per Paper (SNIP 2021): 0,493
- c) Ranking de visibilidad e impacto en la FECYT: cuartil 3 en el área temática de Geografía.
- d) Emerging Sources Citation Index-WoS (ESCI-Geography). Journal Citation Indicator: 0.16. Rank by JCI: 128/167 (Q4).
- 2.4. Mesa, R. (2022). Innovative Farming Practices and Information Sources. An Analysis of Trends in the United Kingdom's Arable and Livestock Farming. *AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural (Journal of Depopulation and Rural Development Studies)*, (36), 159-194. <https://doi.org/10.4422/ager.2022.18>
- a) Scimago Journal Rank
- a. Categoría: Geography
 - b. Cuartil en año de publicación: Q3
 - c. H Index (2021): 9
 - d. JSR: 0,26
- b) Citescore (Scopus)
- a. Citescore 2021: 1,1
 - b. Citescore Rank 2021 (Category Geography): # #446/747 (Percentile 40th)
 - c. Source Normalized Impact per Paper (SNIP 2021): 0,598
- c) Ranking de visibilidad e impacto en la FECYT. Cuartil 3 en el área temática de Geografía (2001).
- d) Emerging Sources Citation Index-WoS (ESCI - Sociology). Journal Citation Indicator: 0.21. Rank by JCI: 175/211 (Q4).