

# ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍAS DE RIEGO EN LA REGIÓN DE MURCIA

Francisco José Alcón Provencio



**ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN  
DE TECNOLOGÍAS DE RIEGO  
EN LA REGIÓN DE MURCIA**



SERIE TÉCNICA Y DE ESTUDIOS

33

**ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN  
DE TECNOLOGÍAS DE RIEGO  
EN LA REGIÓN DE MURCIA**

**Francisco José Alcón Provencio**  
Dr. Ingeniero Agrónomo



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura y Agua

© Comunidad Autónoma de la Región de Murcia  
Consejería de Agricultura y Agua  
Investigador: Francisco José Alcón Provencio  
Depósito Legal: MU-2.377-2007  
Preimpresión: CompoRapid  
Impresión: Pictografía

*A Clemente y Paquita,  
mis padres*



## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se ha llevado a cabo en la Universidad Politécnica de Cartagena, dentro del proyecto I+D+I de referencia AGL 2002-04251-C03-01, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y los Fondos FEDER, a quienes expreso mi agradecimiento por proporcionar el soporte económico necesario.

Además, quiero expresar mi agradecimiento a D. Antonio Cerdá, Consejero de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, y a D. Julio Bernal, Director General de Regadíos, por facilitar la elaboración de este libro.

Igualmente, quiero agradecer la dirección del trabajo a los doctores Dña. María Dolores de Miguel y D. Narcisco Arcas, por su enriquecedor asesoramiento y generosa disponibilidad.



# ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 1: INNOVACIONES EN EL USO DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA</b> .....	19
1.1. IMPORTANCIA DE LAS INNOVACIONES EN EL SECTOR AGRARIO .....	21
1.2. INNOVACIONES RELACIONADAS CON USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGRARIO .....	26
1.3. LAS COMUNIDADES DE REGANTES .....	31
1.3.1. Caracterización de las comunidades de regantes .....	32
1.3.2. Adopción de tecnología por las comunidades de regantes .....	34
1.4. LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS .....	37
1.4.1. Caracterización de las explotaciones agrarias .....	37
1.4.2. Adopción de tecnología por las explotaciones agrarias .....	40
1.5. PERSPECTIVAS ACTUALES EN LA GESTIÓN DEL AGUA .....	44
<b>CAPÍTULO 2: CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN DE INNOVACIONES</b> .....	49
2.1. INNOVACIÓN .....	51
2.1.1. Concepto de innovación .....	51
2.1.2. Tipos de innovaciones .....	53
2.1.3. Proceso de innovación .....	55
2.2. ADOPCIÓN DE INNOVACIONES .....	56
2.2.1. Concepto de adopción .....	56
2.2.2. Etapas del proceso de adopción .....	58
2.2.3. Innovatividad y categorías de adoptantes .....	60
2.2.4. Canales de comunicación y proceso de adopción .....	64

2.3. DIFUSIÓN DE INNOVACIONES .....	66
2.3.1. Concepto de difusión .....	67
2.3.2. Tasa de adopción .....	69
2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE ADOPCIÓN-DIFUSIÓN .....	70
<b>CAPÍTULO 3: FACTORES QUE EXPLICAN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES .....</b>	<b>79</b>
3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE EXPLICAN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES .....	82
3.1.1. Características del agricultor .....	83
3.1.2. Factores Económicos .....	89
3.1.3. Características de la explotación .....	94
3.1.4. Características de la innovación .....	98
3.1.5. Factores del entorno .....	102
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO EMPÍRICO .....</b>	<b>109</b>
4.1. POBLACIÓN DE LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA .....	111
4.2. POBLACIÓN DE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA .....	112
4.3. DISEÑO DEL CUESTIONARIO .....	114
4.3.1. Procedimiento para su elaboración .....	115
4.3.2. Escalas utilizadas .....	115
4.4. RECOGIDA DE INFORMACIÓN .....	119
4.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS UTILIZADAS .....	122
4.5.1. Caracterización de la muestra de las CCRR .....	122
4.5.2. Caracterización de la muestra de los agricultores .....	124
4.5.3. Caracterización de la situación política e hidrológica de la zona ....	125
4.6. MODELOS UTILIZADOS .....	129
4.6.1. Modelos de adopción .....	129
4.6.1.1. Teoría de la utilidad esperada .....	129
4.6.1.2. Análisis de duración .....	131

4.6.2. Modelos de difusión .....	136
4.6.2.1. Modelos de influencia interna .....	138
4.6.2.2. Modelos de influencia externa .....	139
4.6.2.3. Modelo de influencia mixta .....	140
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....</b>	<b>143</b>
5.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA POR LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA .....	145
5.1.1. Estimación del modelo de duración de las CCRR .....	147
5.1.2. Estimación del modelo de duración de las CCRR con variables de sección cruzada .....	148
5.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO LOCALIZADO POR LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA .....	153
5.2.1. Estimación del modelo de duración .....	155
5.2.2. Estimación del modelo de duración con variables de sección cruzada .....	156
5.2.3. Estimación del modelo de duración que incluye variables temporales .....	163
5.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA POR LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA .....	173
5.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO LOCALIZADO POR LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA .....	179
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES .....</b>	<b>189</b>
6.1. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN POR LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA .....	191
6.2. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE ADOPCIÓN POR LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA .....	192
6.3. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN ENTRE LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA .....	194

6.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN ENTRE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA .....	195
6.5. IMPLICACIONES POLÍTICAS .....	197
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>199</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>223</b>

# INTRODUCCIÓN



Las innovaciones proporcionan ventajas competitivas a las empresas, afectando de forma paralela a multitud de factores económicos, sociales y culturales relacionados con el desarrollo económico.

Tras el proceso de generación de la innovación, como respuesta ante una necesidad u oportunidad, ésta suele llegar al mercado en forma de tecnología, técnica, proceso o método de organización. La aceptación de estas innovaciones generará una serie de beneficios a quienes las adoptan.

Las innovaciones en el sector agrario, por norma general, llegan a las explotaciones en forma de tecnología. Los agricultores, una vez conocida su existencia, atraviesan un proceso de adopción basado en una secuencia de decisiones que les permitirán concluir si adoptan o rechazan el empleo de una tecnología para sus explotaciones. El periodo de tiempo requerido por cada individuo para la toma de decisión dependerá, entre otros factores, de la incertidumbre asociada a la innovación, del conocimiento que los potenciales adoptantes van adquiriendo con el tiempo, del origen de la información, y de las diferencias intrínsecas de los individuos. Una vez adoptada la tecnología por los agricultores, éstos recibirán los beneficios potenciales que conlleva su adopción, contribuyendo globalmente a la mejora del bienestar social.

A nivel agregado, la difusión es un proceso de aceptación de una tecnología por los miembros de un sistema social en el tiempo, o proceso por el cual las innovaciones, ya sean nuevos productos, procesos o métodos de gestión, se propagan dentro y a través de un sistema productivo. Igualmente, la adquisición de conocimiento y la reducción de la incertidumbre asociada a la tecnología determinarán la velocidad de propagación de ésta en el espacio y en el tiempo, siendo la difusión de la tecnología un importante determinante del crecimiento económico.

A pesar de que muchas de las innovaciones que salen al mercado son rentables, éstas no se han difundido con la velocidad deseada. La adopción

de una tecnología, y su consecuente difusión, dependerá de las expectativas que genere sobre los potenciales adoptantes y como ésta puede contribuir al logro de sus objetivos. Así, las diferencias existentes entre individuos en el tiempo dependerán de numerosos factores que afectan tanto a los objetivos como a las expectativas.

La adopción de modernas tecnologías de riego que aumenten la eficiencia del uso del agua y reduzcan el empleo de inputs, manteniendo los niveles de producción, es la clave para mejorar la utilización de los escasos recursos hídricos. Esta premisa ha sido apoyada por el establecimiento de políticas, tanto europeas como nacionales, que fomentan la modernización de regadíos y también se potenciará con la reforma del precio del agua que establece la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea.

La Región de Murcia, enmarcada en la Cuenca del Segura, tiene una gran cultura del agua que ha ido desarrollando y tecnificando, hasta permitirle alcanzar en la actualidad un alto grado de madurez en su uso. Las escasas precipitaciones, el incremento de la población y la creciente competencia por el recurso agua entre los usos urbano, industrial y agrícola, han derivado en una situación de escasez hídrica de las más acusadas de Europa.

Dada la importancia de la agricultura de regadío en la Región y la necesidad de reducir el consumo de un recurso limitado como el agua, a la vez que promover la conservación de los recursos hídricos, la adopción de las tecnologías de riego parece indispensable en esta zona, donde la escasez de agua se ha convertido en un problema estructural.

En este contexto, en el presente libro se aborda el problema de la adopción y difusión de tecnología relacionada con el riego en el ámbito de las comunidades de regantes y de agricultores, siendo los principales **objetivos**:

- Analizar la adopción y la difusión de tecnología de distribución y control de agua que realizan las comunidades de regantes.
- Analizar la adopción y la difusión de la tecnología de riego por goteo que llevan a cabo los agricultores.
- Analizar los factores que afectan a la adopción y la difusión de tecnologías de riego por las comunidades de regantes y los agricultores.

Son varias las razones que han motivado la realización de este trabajo, tanto académicas como institucionales y empresariales, destacando: a) la importancia del regadío y del agua en un país con considerables desajustes estructurales hidrológicos; b) la necesidad de realizar trabajos científicos que den soporte a las actuales y futuras políticas de regadíos y de gestión de

recursos naturales; y d) el análisis de la adopción y difusión de la tecnología de riego que incluya consideraciones temporales.

Para el logro de estos objetivos el libro se ha estructurado en cinco capítulos. En el primero se analiza el contexto de las innovaciones y su importancia dentro del sector agrario, poniendo de relieve las innovaciones relacionadas con el agua de riego y el alto grado de implicación de las instituciones públicas. En el segundo capítulo se definen los conceptos relacionados con la adopción y difusión de innovaciones, estableciéndose una clasificación de los modelos de análisis.

El tercer capítulo está dedicado a analizar los factores que inciden sobre la adopción de innovaciones y sus relaciones con el proceso de adopción. Se han propuesto cinco grandes grupos de factores: características del agricultor, factores económicos, características de la explotación, características de la innovación, y factores del entorno.

En el cuarto capítulo se ha expuesto la metodología del estudio empírico utilizada para la obtención de los datos y su posterior análisis. Los resultados de los contrastes estadísticos realizados se exponen en el capítulo cinco según los conceptos de adopción y difusión, confirmando la influencia de los diferentes factores analizados sobre estos conceptos.

Para culminar, se exponen las conclusiones más relevantes del trabajo y las implicaciones políticas derivadas de los análisis, finalizando con la bibliografía utilizada.



# 1. INNOVACIONES EN EL USO DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA



El primer capítulo de este libro tiene como objetivo conocer el contexto de las innovaciones y su importancia dentro del sector agrario, poniendo de relieve las innovaciones relacionadas con el agua de riego en el ámbito de las comunidades de regantes y de los agricultores, y el alto grado de implicación de las instituciones públicas en la generación y adopción de innovaciones.

### **1.1. IMPORTANCIA DE LAS INNOVACIONES EN EL SECTOR AGRARIO**

La ciencia y la técnica se han convertido en los pilares básicos de la sociedad actual, inmersa en un continuo y dinámico proceso de modernización. Este proceso comenzó con la revolución industrial inglesa (1750-1820) donde se produjeron los mayores cambios socioeconómicos y culturales de la historia como consecuencia del desarrollo científico y tecnológico. En agricultura, fue la revolución verde, iniciada en México a mediados del S.XX, la que estableció estos cambios como consecuencia del empleo de técnicas de producción modernas y la explotación intensiva generada por el regadío y el empleo de innovaciones. En la actualidad, el cambio tecnológico sigue produciendo fuertes cambios en los sistemas económicos y sociales, permitiendo a las empresas lograr ventajas competitivas y múltiples beneficios a los usuarios.

Para Schumpeter (1939) las innovaciones han sido el motor del cambio tecnológico provocando cambios irreversibles en los procesos y factores de producción. El complejo proceso de cambio conlleva modificaciones en multitud de factores económicos, sociales y culturales donde se han de considerar los elementos de incertidumbre, acumulación y apropiabilidad asociados con la situación institucional y organizacional en la que se produce la innovación (Fernández y León, 2006). Por lo que el paradigma tecnológico se encontrará condicionado por cinco dimensiones a considerar en el crecimiento económico (Freeman, 1995): ciencia, tecnología, economía,

política, y cultura. De esta manera, el cambio tecnológico se encontrará interaccionando y evolucionando de forma conjunta con todos los factores, ya que, tal y como apuntó Gordon (2000), la revolución industrial afecta a todos los ámbitos de la vida humana.

Es ampliamente conocido que la clave del crecimiento económico es el progreso tecnológico, al cual se llega a través de actividades innovadoras e imitadoras. Las nuevas tecnologías son desarrolladas a través de las actividades innovadoras y la difusión de éstas es facilitada por las imitadoras. Mientras que la innovación es el motor del progreso tecnológico, el papel de las imitaciones no se debe pasar por alto (Cheng y Zhigang, 1999), dado que éste es crucial para el desarrollo económico (Mansfield, 1968; Rosenberg y Steinmueller, 1988).

Las administraciones públicas fomentan el crecimiento económico mejorando la tecnología a través del apoyo a actividades innovadoras e imitadoras (Cheng y Zhigang, 1999). De ahí la importancia que la política de la Unión Europea (UE) da a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i), y para la cual está comprometida con el objetivo de lograr que la UE llegue a realizar un esfuerzo en I+D del 3% del producto interior bruto (PIB) en la primera década del siglo XXI (Álvarez, 2004). En España, la tendencia de la inversiones en I+D es creciente, y aunque los objetivos son los planteados por la política de la UE, la inversión en I+D superó en el año 2002 la unidad, expresada en forma porcentual (González, 2004).

Para garantizar el crecimiento económico y la protección del medio ambiente, considerando los aspectos sociales, el Consejo Europeo de Gotemburgo, de junio de 2001, definió la estrategia de la UE para el desarrollo sostenible, para la cual se establecieron una serie de medidas que fomentaban la innovación y la utilización de recursos, bajo el concepto de sostenibilidad establecido por el Informe Brundtland. Desde los orígenes de la UE, ésta ha llevado a cabo su propia política de investigación estructurada bajo la forma de Programas Marco (PM), orientada a complementar y apoyar los esfuerzos de los países miembros. El 7 PM para la Innovación y la Competitividad (2007-2013) contribuirá a la competitividad y a la capacidad innovadora de la sociedad, en base a un crecimiento económico sólido y una economía social de mercado competitiva bajo la perspectiva de una elevada protección y mejora de la calidad del medio ambiente (CE, 2005), siendo una de sus prioridades temáticas la “Alimentación, Agricultura y Biotecnología”.

En este ámbito, la transferencia de conocimientos y tecnología desde el sistema público de I+D al sector empresarial ha sido apoyada por la Comisión Europea con la puesta en marcha, entre otras medidas, del Programa

“Innovation”, que gestiona los Proyectos RITTS (*Regional Innovation and Technology Transfer Strategies*), que están financiando a más de un centenar de regiones europeas para comprender, evaluar y desarrollar sus sistemas y políticas de apoyo (ANEP, 1998; MCYT, 2002).

A nivel estatal, el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) y su actual Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2004-2007) es el principal instrumento con el que el sector público nacional fomenta e incentiva las actividades en materia de ciencia y tecnología. El citado Plan distinguen dos tipos de áreas prioritarias: áreas temáticas, que se refieren a un dominio científico-tecnológico concreto, y áreas horizontales, cuyos objetivos y actuaciones afectan horizontalmente a las áreas temáticas. En el sector agrario, el área temática de ciencias y tecnologías agroalimentarias y medioambientales se lleva a cabo a través de los programas nacionales: “recursos y tecnologías agroalimentarias”, “ciencias y tecnologías medioambientales” y “biodiversidad, ciencias de la tierra y cambio global” (MEC, 2004). El gasto nacional total en I+D para el año 2005 ascendió a 10.197 millones de euros (M€) procedentes de las administraciones públicas (47,1%), las empresas (46,3%) y el extranjero (5,7%). Esto supone que el 1,13% del PIB, a precios de mercado, se ha invertido en I+D, correspondiendo a la agricultura el 0,21%, respecto al valor añadido bruto (VAB) (INE, 2007).

El Programa Nacional de Recursos y Tecnologías Agroalimentarias, el único netamente agrario, tiene por objeto contribuir a satisfacer las demandas y necesidades sociales en relación a los métodos sostenibles de aprovechamiento, producción, conservación, transformación y distribución de productos agroalimentarios, y promover la seguridad, la calidad y las propiedades saludables de los mismos. Todo ello desde un enfoque integrado, a través de una producción competitiva y compatible con el desarrollo rural y el respeto al medio ambiente.

En el plano regional, y enmarcado dentro del Plan Estratégico de la Región de Murcia - Horizonte 2010 (PERM), el principal instrumento en materia de política científica, investigación e innovación del Gobierno de la Región lo constituye el Plan de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia 2007-2010. Este Plan se ha orientado en clusters del conocimiento, como instrumento integrador de los diversos actores del sistema de ciencia y tecnología en grupos orientados a la generación y explotación del conocimiento científico, aunando conocimiento y recursos en áreas críticas (CARM, 2007a).

Las actividades del Plan en el sector agrario se encuentran recogidas dentro del cluster agroalimentario, dado el peso específico que éste tiene

dentro de la Región, y del cluster de sostenibilidad que incluye la gestión del agua de forma conjunta entre todos sus usuarios. Mientras que entre los objetivos del cluster agroalimentario se potencia la investigación relacionada con los aspectos medioambientales, en especial el uso eficiente del agua, el cluster de sostenibilidad persigue el uso sostenible de los recursos de la Región dentro de un entorno ambiental, económico y social, destacando la adecuada gestión de los recursos naturales, al objeto de aminorar el impacto de fenómenos como la erosión, la desertificación y las sequías, y promover la regulación y recuperación de los recursos hídricos. El gasto interno total en I+D para la Región de Murcia en el año 2005 ascendió a 170 M€, el 1,7% del total nacional, lo que supuso una inversión para dicho año del 0,75% del PIB de la Región (INE, 2007).

Dentro del PERM, el Plan Estratégico del Sector Agroalimentario de la Región de Murcia 2007-2010 analiza los principales factores del entorno que afectan a la competitividad del sector agroalimentario murciano, resaltando la escasez de recursos hídricos. Esta escasez provoca un descenso de la productividad asociado a la incertidumbre, calidad y regularidad del abastecimiento, que deriva en pérdidas de mercado irreversibles (CARM, 2007b).

Por lo tanto, Administraciones Públicas y sector privado confluyen en la necesidad de la innovación tecnológica para el crecimiento económico del país y el progreso de sus empresas, siendo ésta un factor crucial para el crecimiento de la producción y la productividad (OECD, 2005).

En la segunda edición del Manual de Oslo se utilizó la definición de innovación tecnológica como la generación de nuevos productos o procesos de significantes cambios tecnológicos en los productos y procesos actuales (OECD, 1997) y se identificaron siete actividades innovadoras: I+D, adquisición de conocimiento y tecnología desincorporada, adquisición de tecnología incorporada, ingeniería industrial, diseño industrial, desarrollo de la pre-producción y marketing de los nuevos productos.

En la última edición de este manual, además de considerar las innovaciones de producto y de proceso, se han incorporado las organizativas y comerciales, quedando definida la innovación como la introducción de un producto o proceso nuevo, o significativamente mejorado, o la introducción de un nuevo método de comercialización o de organización aplicado a las prácticas del negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas (OECD, 2005). En la misma edición, las actividades innovadoras se clasifican en: investigación y desarrollo experimental, actividades para las innovaciones de producto y de proceso, y actividades para las innovaciones comerciales y organizativas.

La teoría de la innovación ha sido abordada desde diferentes perspectivas (Galende, 2002), siendo una de ellas la seguida por los procesos de adopción y difusión de la innovación y la repercusión de los diferentes actores sociales, dado que el cambio tecnológico implica dos subprocesos, la generación de las innovaciones y la adopción de éstas por los potenciales adoptantes (Lindner, 1987). Como las empresas agrarias tienen unas características particulares diferentes de las empresas de servicios e industriales (Barceló *et al.*, 1995), los efectos de las innovaciones sobre ellas, no sólo les permiten alcanzar ventajas competitivas (Dieperink *et al.*, 2004) y contribuir al crecimiento económico (Stoneman, 1986; Cheng y Zhigang, 1999), sino que además, las innovaciones son capaces de reducir riesgos en las empresas de un sector tan peculiar e incierto como es el agrícola.

Los riesgos a los que se enfrentan los agricultores, o empresarios agrarios, se derivan de los diferentes condicionantes de la propia actividad, y aunque la tecnología ha reducido considerablemente los factores incontrolables, la actividad agraria sigue influida por factores aleatorios (Ballesteros, 2000). Entre éstos se pueden encontrar los riesgos asociados al agricultor, los riesgos económicos, los riesgos vinculados a la explotación y los riesgos provenientes del entorno en el cual se desarrolla la actividad (de Miguel *et al.*, 1994; Hardaker *et al.*, 1997; Arcas, 1999).

Respecto a las características del agricultor cabe destacar el envejecimiento de la población rural (MAPA, 1995), su actitud hacia el riesgo generado por una nueva tecnología (Batte y Jones, 1990), y su nivel de formación (Negatu y Parikh, 1999; Sidibé, 2005). En cuanto a los factores económicos y sus riesgos derivados han de considerarse, entre otras, las elevadas inmobilizaciones de capital necesarias para el desarrollo de la actividad (Desclau-de y Tondut, 1979). Entre las características de la explotación, o condicionantes técnicos que limitan las producciones y rendimientos, figura el complejo clima-suelo del que se deriva una fuerte incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de recursos y, en especial, el agua (Iglesias, 1995; Sumpsi *et al.*, 1998). Finalmente, se encuentran los factores del entorno derivados del intervencionismo de los poderes públicos sobre la propia actividad y su entorno natural (Lin, 1991; Key y Roberts, 2006). Como fuentes de incertidumbre en cuanto a la toma de decisiones en explotaciones de regadío, Boggess *et al.* (1983) establecieron que eran: la variabilidad de los rendimientos, la variabilidad del precio de los productos inter e intra campañas, los costes del agua de riego y las características institucionales del sistema de gestión del agua.

Cuando aparece un problema o la necesidad de paliar un determinado riesgo, se parte de una investigación básica y se busca una aplicación que

generalmente se presenta en forma de innovación. Si la innovación llega al mercado donde se pone a disposición de los potenciales adoptantes, será condición necesaria que ésta sea adoptada, para que su beneficio potencial recaiga sobre los adoptantes. Por ello, el término adopción será usado para denotar el proceso por el cual un individuo o empresa decide si usar o no una innovación, mientras que el término difusión describirá la extensión de dichas decisiones de adoptar en el tiempo y a través del espacio (Lindner, 1987).

Uno de los principales riesgos a los que se enfrentan los agricultores tiene su origen en el uso del agua para riego, dado que la disponibilidad de regadío ha sido un importante factor de riesgo para la adopción de innovaciones tecnológicas (Moschini y Hennessy, 2001). Los riesgos asociados a los incrementos de productividad media, las reducciones de variabilidad de la calidad de los productos y las acciones colectivas involucradas en muchas ocasiones por la tecnología de riego, impactarán sobre la adopción (Antle y Crissman, 1990; Pitt y Sumodiningrat, 1991), siendo la tecnología de riego localizado reductora del riesgo (Foltz, 2003).

## **1.2. INNOVACIONES RELACIONADAS CON USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGRARIO**

La agricultura es la principal demandante del recurso hídrico en España, consumiendo alrededor de 24.000 Hm<sup>3</sup> en un año sin sequía, aunque los últimos datos disponibles revelan que para el año 2004 el agua utilizada en la agricultura fue de 17.808 Hm<sup>3</sup>, mientras que los volúmenes dispuestos para el abastecimiento público urbano en ese año ascendieron a 4.923 Hm<sup>3</sup>. Esto supone que el regadío utiliza el 78% del agua, el abastecimiento público en los hogares el 11,88%, en los sectores económicos se usa el 4,26% y el resto son pérdidas de los sistemas (MAPA, 2004). El Plan Hidrológico Nacional (PHN) (Ley 10/2001, de 5 de julio, Plan Hidrológico Nacional), estableció en 2001 que el regadío utilizaba el 80% del agua, y el abastecimiento urbano el 14%, consumiendo la industria el 6% restante.

En el sureste de España, la Región de Murcia utiliza un 3,48% del agua destinada a la agricultura nacional (MAPA, 2007a) y se sitúa dentro de una de las cuencas más deficitarias de Europa, la Cuenca del Río Segura. Respecto a la demanda de agua, ésta es evaluada en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (PHCS) en 1.810 Hm<sup>3</sup>/año para usos consuntivos, distribuidos en regadío (86,7%), abastecimiento urbano (12,00%) y abastecimiento industrial no urbano (1,30%) (CHS, 1997). Las plantaciones allí ubicadas, con modalidades de cultivo muy intensivas, altamente competitivas y esca-

samente subvencionadas, proporcionan productos destinados principalmente a un mercado exterior exigente y competitivo.

Respecto a la tecnología utilizada para la aplicación del agua a los cultivos, se aprecia que en España el 51,24% del volumen de agua utilizado en la agricultura se aplica por gravedad y el 27,14% por tecnología de riego por goteo. En la Región de Murcia el 28,28% se aplica por gravedad y el 70,26 con tecnología de riego por goteo (MAPA, 2007a).

Las producciones en regadío superan la mitad de la producción final agrícola nacional, ya que, a nivel de las explotaciones agrarias, una hectárea regada en España produce aproximadamente seis veces más que una de secano y genera una renta cuatro veces superior. El regadío cobra mayor importancia en el sector agroalimentario de la Región de Murcia, aportando en el año 2003 unos 26.830 M€ al PIB de la Región (3% del PIB regional). La producción final agraria regional asciende a 1.786 M€ en el citado año, de los cuales, el 80,89% proviene de la producción vegetal y el 79,23% está directamente relacionada con el regadío (CARM, 2005).

No obstante, no debe considerarse únicamente la importancia del regadío desde el punto de vista económico, ya que éste juega un papel multifuncional fundamental en el proceso de modernización de la agricultura y de vertebración de la sociedad rural española, contribuyendo a la fijación de la población en comarcas con un elevado grado de despoblamiento. En las zonas con menor densidad de población la existencia de los regadíos es imprescindible para mantener la población y, consecuentemente, para la preservación del medio ambiente (MAPA, 2007c).

El agua, adquiere cada vez más importancia, dada la creciente escasez del recurso, las recurrentes sequías, el continuo aumento de la demanda en todos sus ámbitos y los incrementos de la sensibilidad ambiental por el valor del agua. Por ello, la Directiva Marco de Aguas (DMA) de la Unión Europea (DIRECTIVA 2000/60/CE de 23 de octubre de 2000) reconoce que el agua no es un bien comercial sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal, estableciendo un marco comunitario para la protección de las aguas superficiales continentales, de transición, costeras y subterráneas para prevenir o reducir su contaminación, promover su uso sostenible, proteger el medio ambiente, mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y atenuar los efectos de las inundaciones y las sequías.

El objetivo final de la DMA para el año 2015 será conseguir un “buen estado ecológico” para todas las aguas europeas y un uso sostenible de éstas, basado en el equilibrio del medio ambiente y los que dependen de él, y en

la recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua (regulación, explotación, ecológicos, mantenimiento y amortización de las obras).

En España, la denominada nueva Ley de aguas (Ley 29/1985, de 2 de agosto) y su modificación (Ley 46/1999, de 13 de diciembre) fueron derogadas por el vigente Texto Refundido de la Ley de Aguas (R.D. 1/2001, de 20 de julio) que regula el dominio público hidráulico, el uso del agua y las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio. También establece las normas básicas de protección de las aguas continentales, costeras y de transición y asigna al Estado la planificación hidrológica, a la que deberá someterse toda actuación sobre el dominio público hidráulico, realizada a través de los Planes Hidrológicos de Cuenca (PPHHC) y el PHN.

Al amparo de esta ley, el Plan Nacional de Regadíos - Horizonte 2008 (PNR) (R.D. 329/2002, de 5 de abril) estableció una reorientación en la política nacional de regadíos que se adecuara a los cambios institucionales, sociales y económicos acaecidos en los últimos años y que inciden en los regadíos españoles, como la Reforma de la Política Agraria Comunitaria (PAC) 2000-2006 “Agenda 2000” donde se establecen las políticas agrarias de tipo estructural, y la DMA que promueve los aspectos ambientales y la eficiencia en el uso del agua. El Plan se redactó bajo los principios de sostenibilidad, cohesión, multifuncionalidad, competitividad, equidad, flexibilidad, corresponsabilidad y cohesión (MAPA, 2001).

Las nuevas orientaciones en la política de regadíos priorizan la mejora, modernización y consolidación de regadíos existentes, la ejecución compartida y coordinada de las Administraciones Públicas con competencia en materia de regadíos [UE, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) y las Comunidades Autónomas (CCAA)] y la corresponsabilidad de los regantes en las actuaciones que les afectan. Acorde con los programas de Desarrollo Rural y sus ayudas estructurales, la mejora de las estructuras agrarias incluye las medidas de gestión de los recursos hídricos en la agricultura (MAPA, 2001).

El PNR establece cinco objetivos generales, cuatro programas de actuación para la consecución estos objetivos y un programa de apoyo con tres actuaciones complementarias que tendrán un alcance de más de 1,37 millones de hectáreas. De ellas, el 82,38% corresponden a la consolidación y mejora de regadíos, el 10,04% a regadíos en ejecución, el 6,27% a regadíos de interés social y el 1,31% a regadíos de iniciativa privada. Los objetivos del PNR para el año 2008 son (MAPA, 2001):

- Contribuir a consolidar un sistema agroalimentario nacional diversificado y competitivo en el marco de la PAC y de la evolución de los mercados.
- Mejorar el nivel socioeconómico de los agricultores, incrementando la productividad del trabajo y la renta de las explotaciones agrarias.
- Vertebrar el territorio evitando o reduciendo los procesos de pérdida de población, abandono y envejecimiento de las zonas rurales.
- Modernizar las infraestructuras de distribución y aplicación del agua de riego para racionalizar el uso de los recursos, reducir la contaminación de origen agrario de las aguas superficiales y subterráneas y promover innovaciones en los sistemas de riego para reducir los consumos de agua.
- Incorporar criterios ambientales en la gestión de las zonas de regadíos a fin de evitar la degradación de las tierras, favorecer la recuperación de los acuíferos y espacios naturales valiosos, proteger la biodiversidad y los paisajes rurales y reducir los procesos de desertificación.

Los programas de actuación propuestos para la consecución de los objetivos del Plan se basan en la consolidación y mejora de los regadíos existentes. Su finalidad es optimizar el uso del agua disponible, modernizar los sistemas de riego, reforzar la competitividad de las producciones y empresas agrarias, así como la sostenibilidad de las áreas regadas, la ejecución de nuevas transformaciones en aquellas zonas regables en las que las Administraciones Públicas vienen actuando y ejecutando inversiones significativas que deben ser rentabilizadas, transformaciones de pequeñas superficies de áreas desfavorecidas orientadas a fijar la población, crear y sostener el empleo agrario y equilibrar el territorio, y transformaciones de iniciativa privada.

Las inversiones previstas para los diferentes programas ascienden a 5.024,57 M€ hasta el año 2008, de los cuales un 39,95% corresponderán a inversión privada y el resto provendrá de fondos públicos del MAPA (28,47%) y las CCAA (31,58%). En cuanto a los programas de actuación, el de consolidación y mejora de los regadíos existentes representa el 60,83% de la financiación total, seguido por el programa de regadíos en ejecución (22,62%), el de regadíos sociales (13,57%), los de iniciativa privada (2,46%) y los programas de apoyo (0,51%).

Para la consecución de los objetivos del PNR en la Región de Murcia solamente se han estimado inversiones en el programa de actuación de consolidación y mejora de los regadíos existentes, para el que se contará con

casi 264 M€ (5,25% de las inversiones previstas para España) procedentes del sector privado (50%), del MAPA (25%) y de las CCAA (25%). Estas inversiones supondrán el 8,63% de las del citado programa de actuación y el resto de programas contemplados en el Plan no afectarán a los regadíos de la cuenca (MAPA, 2001).

Dentro de las nuevas orientaciones de la política de regadíos española y acorde con los PPHHC y el PHN, el programa de actuación, en las zonas de regadío existentes, pretende solventar los problemas actuales con una planificación sectorial que: optimice el agua de riego disponible reduciendo el consumo y reestructurando la demanda; fomente una incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de riego que favorezca las condiciones de trabajo; y contribuya a la recuperación de los acuíferos sobreexplotados. Para su consecución se realizarán las siguientes actuaciones (MAPA, 2001):

- Reparación de las estructuras hidráulicas existentes.
- Modificación de los sistemas de transporte y distribución.
- Cambio del sistema de aplicación del riego.
- Incorporación de agua adicional.
- Actuaciones complementarias:
  - Mejora de la red de drenaje.
  - Mejora de la red de caminos.
  - Mejora de la capacidad de regulación y control del agua.
  - Reordenación de la propiedad agraria.
  - Control del consumo de agua.
  - Mejora de la gestión del agua.

Se elaboró un programa de mejora que actuará sobre el 50% del total de superficie sin problemas de suministro e infradotada, que en el caso de la Región de Murcia este porcentaje abarcará unas 69.872 hectáreas (82.425 hectáreas infradotadas y 57.318 hectáreas sin problemas). Dentro de las actuaciones previstas para la Región no se ha contemplado la reparación de estructuras hidráulicas, mientras que la modificación de los sistemas de transporte y distribución abarcarán 60.960 hectáreas, los cambios de los sistemas de aplicación llegarán a 62.155 hectáreas y las acciones complementarias tendrán un alcance de 178.153 hectáreas (MAPA, 2001).

Por todo ello, el estudio de la adopción de innovaciones tecnológicas de riego, que incrementan la eficiencia del uso del agua y promueven el cambio tecnológico, en cuanto al uso del agua se refiere, resulta de elevado interés, especialmente en una zona donde la escasez de recursos hídricos es un

elemento determinante para la agricultura. De aquí que, la promoción de esta adopción haya sido respaldada por las Instituciones Públicas en todos sus ámbitos: científico, tecnológico, económico, político y cultural.

Las posibles obras y actuaciones a realizar para lograr un ahorro de agua se distinguirán según su nivel de actuación en (Sumpsi *et al.*,1998):

- Mejoras en la red principal, que transporta el agua desde su origen hasta la cabecera de la zona regable. De titularidad pública y responsabilidad de las Confederaciones Hidrográficas correspondientes.
- Mejoras en la red secundaria, que distribuye el agua desde la cabecera de la zona regable hasta las parcelas de riego. De titularidad pública o privada con carácter colectivo y responsabilidad de las comunidades de regantes (CCRR).
- Mejoras en las técnicas y tecnologías de riego, que aplican el agua a la planta en el interior de la parcela. De titularidad privada y responsabilidad de los usuarios del agua.

Este trabajo abarcará el estudio de la modernización de sistemas de riego a nivel de distribución y de aplicación del agua de riego con un alcance de actuación que incluye a las CCRR de la Región de Murcia y los agricultores de la CR del Campo de Cartagena. En un ámbito regional se analizarán las CCRR de la Región de Murcia y su capacidad innovadora frente a la adopción de tecnología de distribución y control del agua de riego, mientras que a nivel local se analizará la adopción de tecnología de aplicación del agua a través de riego por goteo, por los agricultores de una gran CR, en la que el ciclo de difusión tecnológica ha llegado a su techo.

### **1.3. LAS COMUNIDADES DE REGANTES**

Las CCRR juegan un papel muy importante en la sociedad rural, ya que se encargan de establecer las relaciones entre el agua y sus usuarios. Las actuaciones de las CCRR han sido reflejo de las estructuras sociales, económicas y políticas, han asignado los usos del agua y han contribuido a la historia hidrológica atribuida a estas estructuras (Wulfhorst, 2002).

En los textos de derecho histórico de la Región de Murcia ya aparecían las CCRR como asociaciones que, con diferentes denominaciones, poseían un sistema de organización mediante el cual administraban y distribuían el agua destinada al regadío de los cultivos. Estas CCRR realizaban una distribución del agua en común utilizando acequias de riego, incluso antes de la conquista árabe del siglo VIII, poniendo de manifiesto la conveniencia de una adecuada gestión del agua (Nadal 1980; Box 1992; Vera, 2005).

### 1.3.1. Caracterización de las comunidades de regantes

Las organizaciones de Economía Social más habituales en el sector agrario son las Cooperativas y Sociedades Agrarias de Transformación. Las CCRR han sido escasamente citadas entre estas organizaciones (Argudo, 2002; Pérez, 2003), aunque recientemente Arcas y Alcón (2007) han puesto de relieve que comparten los principios de las empresas de Economía Social.

Las CCRR son instituciones de larga tradición histórica en la gestión de los aprovechamientos colectivos de aguas públicas, teniendo como función prioritaria la distribución y administración de las aguas concedidas, estando profundamente enraizadas en la conciencia popular, sobre todo, del sureste peninsular como es el caso de la Región de Murcia. La gestión eficiente de los recursos hídricos por parte de estos organismos se considera fundamental para amortiguar los efectos desestabilizadores que sobre la renta y el empleo agrario provoca la escasez estructural en esta zona (Martínez-Cachá, 2004). En España existen unas 7.196 CCRR (MAPA, 2001), de las cuales unas 300 se encuentran en la Región de Murcia <sup>1</sup>.

El marco jurídico en el que se basan las CCRR es el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y el Real Decreto 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Según estas normas (art. 198 del R.D. 849/1986 y art. 81 del R.D. 1/2001), “los usuarios del agua y otros bienes del dominio público hidráulico de una misma toma o concesión deberán constituirse en comunidades de usuarios. Cuando el destino dado a las aguas fuese fundamentalmente el riego, se denominarán comunidades de regantes...”. Del Campo (2006) las define como “una agrupación de todos los propietarios de una zona regable, que se unen obligatoriamente por Ley, para la administración autónoma y común de las aguas públicas, sin ánimo de lucro”.

En general, los agricultores se integran en cooperativas agrarias y SAT o en CCRR por aspectos bien diferentes. La motivación más importante que les lleva hacia el asociacionismo agrario está relacionada con factores económicos al objeto de mejorar sus niveles de renta (Juliá y Alonso, 1994), sin olvidar, además, que de las 11.993 SAT existentes en España en 2003, 1.418 desempeñan actividades relacionadas con el regadío, destacando la captación y administración de aguas subterránea (MAPA, 2004).

---

<sup>1</sup> Dato facilitado por la Confederación Hidrográfica del Segura.

Las CCRR cumplen los principios característicos de las organizaciones incluidas en la Economía Social:

- a) Finalidad de servicio a los miembros.
- b) Autonomía de gestión.
- c) Proceso de decisión democrática.
- d) Primacía de las personas y del trabajo sobre el capital en el reparto de beneficios.

*Finalidad de servicio a los miembros.* Las CCRR tienen como función prioritaria la distribución y administración de las aguas concedidas con la máxima eficiencia y equidad, sujetándose a normas sancionadas por la Administración y elaboradas por los propios miembros o usuarios. Por ello, no cabe duda de la finalidad de servicio de la CR a sus miembros, quienes tienen la necesidad de integrarse en ella al objeto de gestionar de forma asociativa unos bienes o medios comunes: agua, obras hidráulicas de conducción y distribución, y servidumbres originadas por las obras realizadas.

*Autonomía de gestión.* Los artículos 199 del R.D. 849/1986 y 81 del R.D. 1/2001 señalan que “las CCRR tienen el carácter de corporaciones de derecho público, adscritas al Organismo de Cuenca, que velará por el cumplimiento de sus estatutos...”. De esta forma, las CCRR, como en 1996 señalaron los Letrados del Consejo de Estado García-Trevijano y Alonso, son sujetos de derecho con personalidad jurídica propia, de base asociativa e independiente de los miembros que la forman. Su personalidad es corporativa y de carácter público, pues reúne a una serie de personas para la administración autónoma y común de aguas públicas, estando facultadas, a través de sus órganos de gobierno, para comprar, vender, contratar y realizar toda clase de actividades dirigidas al logro de sus fines (del Campo, 2006). Además, esta autonomía de gestión de la que gozan conlleva que la Administración del Estado, aunque tiene facultad de constituir las, no la tiene para adscribirles patrimonio ajeno, ni para intervenirlo, ni nombrar cargos directivos, ni fiscalizar presupuestos, ni otras actividades que son competencia específica de ellas.

*Proceso de decisión democrático.* Este principio propugna la participación activa de los miembros en la fijación de los objetivos, en las políticas para alcanzarlos y en la toma de decisiones, siendo esta participación independiente de las aportaciones a capital social. La participación activa de los miembros o usuarios de las CCRR es salvaguardada en el art. 201 del R.D. 849/1986 al establecer que “cualquiera que sea su cuota de participación en los elementos comunes, todos los propietarios tendrán derecho a voto de acuerdo

a lo consignado en las ordenanzas de la comunidad”<sup>2</sup>. Además, y al objeto de evitar que algún usuario pueda ejercer el control sobre la comunidad, el apartado d) del referido art. 201 indica que “a ningún propietario podrá corresponderle un número de votos que alcance el 50% del conjunto del de todos los comuneros, cualquiera que sea la participación de aquel en los elementos comunes y, consiguientemente, en los gastos de la comunidad”.

*Primacía de las personas y del trabajo sobre el capital en el reparto de beneficios.* Este principio supone que el reparto de beneficios, si los hay, se haga de tal manera que no permita que unos socios se lucren del resto de los socios. Para ello, se propone que los beneficios se repartan no en proporción a las aportaciones de los miembros al capital social sino en proporción a sus operaciones con la organización. Consideramos que en el caso de las CCRR este principio se cumple ya que, en el caso de que se produzcan beneficios, las normas que las regulan no contemplan el reparto de los mismos entre sus miembros o usuario, toda vez que, en la práctica, se reinvierten en el desarrollo de sus fines que, no olvidemos, tienen un carácter colectivo.

### **1.3.2. Adopción de tecnología por las comunidades de regantes**

La adopción de tecnologías de distribución y control del agua de riego, que corresponde a las CCRR, se ha venido realizando de forma general, a través de los planes de modernización, mejora y consolidación de regadíos. Estos planes contribuyen a la mejora de la eficiencia del riego y el ahorro del agua en la red secundaria de distribución. Dentro de los programas de actuación del PHN, el de consolidación y mejora de regadíos, único que le afecta a la Región de Murcia, contempla la modificación de los sistemas de transporte y distribución del agua de riego.

La modernización de los regadíos consiste en la ejecución de las obras y actuaciones necesarias para mejorar la eficiencia técnica del uso del agua, reducir los impactos ambientales del regadío, ahorrar agua y mejorar la productividad económica (MAPA, 2001).

Los proyectos de modernización de los regadíos realizados por las CCRR perseguirán la consecución de alguna de las siguientes finalidades:

- a) Mejora de la eficiencia del riego y el ahorro de agua.
- b) Aprovechamiento conjunto y óptimo de recursos hídricos de distintas procedencias.

---

<sup>2</sup> En la práctica, los estatutos de las CCRR suelen establecer un voto plural ponderado en función del caudal asignado o superficie de regadío de cada usuario.

- c) Incorporación y/o sustitución de nuevos caudales de agua para riego.
- d) Gestión integral y optimizada de la explotación de la zona.
- e) Mantenimiento de las condiciones medioambientales.
- f) Reducción significativa de costes energéticos, asociada al proyecto de modernización.

Para realizar estas modificaciones en los sistemas de transporte y distribución, y en aras a incrementar la eficiencia del riego y el ahorro del agua, se ha adoptado tecnología de distribución, gestión y control del agua instalada en la red secundaria por las CCRR. Esta implementación basada en la ejecución de un plan de modernización constará al menos de una de las siguientes actuaciones:

- a) Obtención de recursos hídricos no convencionales.
- b) Tomas y captaciones de agua, a partir de las concesiones y autorizaciones de que disponga la CR.
- c) Estaciones elevadoras de agua con sus correspondientes tuberías de impulsión.
- d) Construcción de balsas de regulación.
- e) Recubrimiento de balsas de regulación para disminuir la evaporación del agua.
- f) Instalación de sistemas comunes de filtrado.
- g) Instalación de tuberías presurizadas en las redes de riego.
- h) Instalación de hidrantes.
- i) Instalación de dispositivos de medición y control de los volúmenes de agua.
- j) Automatización del sistema, e informatización de la explotación y la gestión.
- k) Construcción de edificaciones (casetas, centro de control, etc.) necesarias para la adecuada gestión.
- l) Mejoras medioambientales.
- m) Otras mejoras que se consideren necesarias y tendentes al cumplimiento de las finalidades de los proyectos de modernización.

La ejecución de una o más actuaciones dependerá de las características y necesidades de la CR. Estos proyectos colectivos cofinanciados incrementan la eficiencia técnica y con ello la disponibilidad a pie de parcela (mejor

aprovechamiento de los recursos, reducción de pérdidas y regulación de caudales), recayendo sus beneficios sobre los agricultores de la zona regable.

En la Región de Murcia, las Administraciones regionales ya establecieron en el año 1992 un sistema de ayudas para la mejora de la explotación y conservación de los recursos hídricos de uso agrícola a través del Decreto 51/92, de 21 de mayo. Este decreto fue modificado por el Decreto 42/1996, de 13 de junio, que continuaba con la línea de ayudas a las CCRR. En 2003 se publicó el Decreto 51/2003, de 30 de mayo, por la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Esta Directiva enmarcada dentro del Reglamento (CE) 1257/99 del Consejo sobre las ayudas al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y Garantía (FEOGA), que establece el marco de las ayudas comunitarias a favor de un desarrollo rural sostenible, regula las ayudas a la mejora y modernización de regadíos de las CCRR. Con la entrada en vigor de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y la Ley 7/2005, de 18 de noviembre, de Subvenciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, ha sido necesario una adaptación del Decreto 51/2003 a esta ley, siendo la Orden de 26 de junio de 2006 la que establece las actuales bases reguladoras para la concesión de las ayudas para la mejora, modernización y consolidación de los regadíos de la Región de Murcia.

Estas subvenciones llegan hasta un máximo del 50% de la inversión total de la CR, siempre y cuando se contemple en su plan de modernización la instalación de dispositivos que permitan la medición y registro de caudales de agua suministrados a cada regante, y la automatización de la explotación del regadío, con informatización de la gestión de dicha explotación. Si no se contemplan estas dos acciones, la ayuda se reducirá en doce puntos porcentuales por cada omisión. También se podrán incrementar siete puntos porcentuales, hasta el máximo del 50% de la inversión, si la CR se encuentra ubicada en los regadíos tradicionales o en zonas desfavorecidas, e incluso se podrá subvencionar hasta el 60% de la inversión si se contempla el recubrimiento de las balsas de regulación para disminuir la evaporación del agua. Las inversiones vinculadas a la protección del medio ambiente y los regadíos de interés general también incrementarán el volumen de la ayuda.

En este tipo de ayudas la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM) ha subvencionado a las CCRR con 15,8 M€ sobre una inversión de más de 36,6 M€, abarcando una superficie de actuación de 41.002 hectáreas que afecta a 15.035 comuneros en el periodo 2003-2005 (CARM, 2006). Además, del acuerdo marco de colaboración entre la CARM y el MAPA para la puesta en marcha del PNR entre los años 2003 y 2005, el

MAPA ha invertido 8,7 M€ en CCRR de la Región (CARM, 2006). La CARM también ha realizado inversiones directas que financian el total del proyecto de modernización de regadíos. Para el periodo 2003-2005, las ayudas han recaído sobre 18 CCRR y su valor ha ascendido a la cantidad de 16,6 M€ (CARM, 2006).

Otro tipo de ayudas destinadas a la modernización, mejora y consolidación de regadíos provienen del convenio marco de colaboración entre las CCAA y las Sociedades Estatales de Infraestructuras Agrarias (SEIASAS), sociedades constituidas para este efecto en 1999 al amparo de la Ley 50/1998 de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social. Tras la declaración de las obras de interés general por la Administración del estado, las obras serán cofinanciadas por las CCAA al 25%, correspondiendo el resto del proyecto a la sociedad estatal. Las SEIASAS son un instrumento de la política de modernización de regadíos que facilita la cooperación entre las iniciativas privadas y las inversiones públicas en materia de modernización de regadíos. Las SEIASAS del Sur y del Este han formalizado ocho convenios de colaboración con las CCRR de la Región de Murcia que suponen una actuación sobre 42.221 hectáreas, que afecta a 22.284 comuneros y con una inversión prevista superior a los 99M€. Además, en el trienio 2003-2005 se han invertido a través de estos convenios casi 26M€ en seis CCRR (CARM, 2006).

Finalmente, para el periodo 2003-2005, las inversiones totales en materia de modernización y consolidación de regadíos ascienden a 90,8 M€, de los cuales 36,6M€ provienen de inversiones subvencionadas por la CARM, 25,8M€ son inversiones de la CARM, 25,87M€ pertenecen a las inversiones de las SEIASAS y 9,7M€ al MAPA (CARM, 2006).

## **1.4. LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS**

Se analizarán las principales características de las explotaciones agrarias como una de las unidades de análisis del trabajo, haciendo especial hincapié en aquellas características que puedan afectar a la adopción de tecnología de riego.

### **1.4.1. Caracterización de las explotaciones agrarias**

Desde que España entró en la UE, se ha ido produciendo un proceso de ajuste estructural que continua hasta la actualidad. Existe una fuerte tendencia a la concentración de las explotaciones, al incremento de la superficie agraria útil (SAU) por explotación, una intensificación de la rentabilidad por hectárea y, por consiguiente, unos incrementos de las dimensiones económi-

cas, además de la reducción de la mano de obra por unidad de superficie (MAPA, 2003; MAPA, 2004).

La superficie agraria por explotación en España supera las 30 hectáreas, siendo solamente útiles el 23,39% de ellas. En cambio, en la Región de Murcia estas superficies se reducen en torno a la mitad, pero incrementan en productividad y generación de trabajo. El 65,19% de la SAU es susceptible de ser cultivada en España, mientras que en Murcia esta superficie llega casi al 94,71% (Tabla 1.1a).

En España hay más de tres millones de hectáreas regadas, de las cuales solamente el 4,06% se encuentran en la Región de Murcia. Sin embargo, si se atiende a la superficie labrada con regadío en España, se aprecia que el 13,34% de la SAU posee derechos sobre riego, incrementado este porcentaje al 37,89% para la Región de Murcia. Esto refleja la importancia del regadío en Murcia, aunque no sea muy significativo en términos de superficie para el contexto nacional.

Si se atiende a las subvenciones que reciben las explotaciones agrarias se puede apreciar que solamente un 4,88% de las tierras labradas reciben subvención en el marco de la inversión productiva, no llegando al 3% en el caso de Murcia. Estas proporciones se reducirán a la mitad respecto a las subvenciones dentro del marco de desarrollo rural, donde Murcia no llega al 1% del total nacional. De ahí que la agricultura murciana sea una de las menos subvencionadas del país.

La evolución histórica de las formas jurídicas de los gestores de las explotaciones, pone de manifiesto que las explotaciones, cuyo titular es persona física, presentan una tendencia decreciente progresiva, aunque siguen siendo predominantes en la agricultura española, alcanzando el 68,86% de la SAU. Por el contrario, las demás explotaciones (societarias, cooperativas, de entidades públicas, etc.) tienen en conjunto, una considerable y creciente importancia territorial, pasando de ocupar en 1982 el 7% de la SAU, en 1999 el 24% y en 2005 el 31,14% de la SAU (MAPA, 2003) (Tabla 1.1b). Entre las formas jurídicas de las explotaciones no familiares, las sociedades mercantiles se mantenían en segundo lugar, aunque el fuerte incremento de las sociedades públicas de los últimos años ha establecido una similitud entre SAU gestionadas por estas sociedades. En la Región de Murcia, esta estructura se ve ligeramente desviada de las tendencias nacionales. Por un lado, la SAU dominada por la agricultura familiar llega al 75,07% del total y las sociedades predominantes son las mercantiles con un 18,36% de la SAU, quedando en términos marginales las sociedades públicas.

**Tabla 1.1a: CARACTERÍSTICAS DE LAS EXPLOTACIONES  
AGRARIAS DE ESPAÑA Y MURCIA EN EL AÑO 2005**

<b>Explotaciones con SAU</b>	<b>España</b>	<b>Murcia</b>	<b>Murcia/ España (%)</b>
Explotaciones	1.062.809	34.262	3,22
Superficie total (ha)	33.029.301	592.399	1,79
SAU (ha)	24.855.129	397.145	1,60
Superficie total/Explotación (ha)	31,08	17,29	55,64
SAU/Explotación (ha)	23,39	11,59	49,57
SAU/Superficie Total (%)	75,25	67,04	
Superficie Tierras Labradas (ha)	16.201.920	376.171	2,32
Explotaciones con tierras labradas	1.011.822	34.077	3,37
Superficie tierras labradas regadío (ha)	3.316.296	150.487	4,54
Explotaciones con tierras labradas en regadío	619.032	25.152	4,06
Regadío/Total superficie labrada (%)	20,47	40,00	
Regadío/Total explotaciones labradas (%)	61,18	73,81	
Superficie regable (ha)	3.821.721	164.378	4,30
Superficie regada (ha)	3.421.390	150.599	4,40
Unidades de Trabajo Año (UTA) en la explotación	968.162	41.465	4,28
UTA/Explotación	0,91	1,21	
Margen bruto (UDE) del total de explotaciones	20.002.753	903.749	4,52
UDE/Explotación	19	26,38	
Explotaciones subvencionadas en el marco de la inversión productiva	49.416	932	1,89
Explotaciones subvencionadas en el marco del desarrollo rural	6.316	48	0,76
Explotaciones subvencionadas en el marco de la inversión productiva/ explotaciones labradas (%)	4,88	2,73	56,00
Explotaciones subvencionadas en el marco del desarrollo rural/ explotaciones labradas (%)	0,62	0,14	22,57

Fuente: INE (2005).

Respecto a las unidades de trabajo asalariado (UTA), se aprecia el elevado carácter familiar de la agricultura nacional, llevado a cabo, generalmente, por el titular de la explotación, es decir, la persona responsable de la gestión cotidiana de la explotación agrícola. Se considera como mano de obra familiar, además del titular, su cónyuge y otros miembros de la familia siempre que realicen trabajos agrícolas para la explotación, ya sea de forma continua o eventual, como asalariados o no asalariados, considerándose trabajo agrícola toda aquella actividad humana que contribuye a los resultados económicos de la explotación agrícola (INE, 2005). En la Región de Murcia, el carácter empresarial desprendido de las elevadas cantidades de trabajadores contratados se refleja en unos mayores porcentajes de trabajadores asalariados, tanto fijos como eventuales, siendo estos últimos igual de importantes que los trabajos realizados por las familias (Tabla 1.1b). El descenso progresivo del trabajo familiar se debe a la menor participación de las ayudas familiares en los trabajos de las explotaciones y a la aparición de innovaciones radicales (MAPA, 2003).

La edad de los titulares en las explotaciones agrarias es bastante elevada, siendo los agricultores mayores de 64 años los más frecuentemente encontrados en las explotaciones españolas y murcianas. Si se atiende a los titulares de las explotaciones mayores de 49 años, se puede apreciar que tanto para España como para Murcia, en este grupo están contenidos más del 70% del total. De aquí se deduce que la población rural española se encuentra dentro de los estratos de edad avanzada. (Tabla 1.1b).

El régimen de tenencia de la tierra de las explotaciones agrícolas con tierras, hace referencia a la forma jurídica bajo la cual actúa el titular de la explotación. En España, el 68,67% de la SAU se encuentra cultivada en régimen de propiedad, mientras que la SAU arrendada asciende al 27,91% de esta superficie. Estos datos indican que la agricultura española es de propietarios, aunque se aprecia una tendencia ligeramente decreciente en el peso relativo de este régimen de tenencia conjuntamente con el de aparcería, y un incremento del régimen de arrendamiento. La Región de Murcia presenta unas características similares a las proporciones nacionales, aunque el carácter familiar de sus explotaciones se encuentra todavía más marcado y el de aparcería tiene un mayor peso.

#### **1.4.2. Adopción de tecnología por las explotaciones agrarias**

Dentro de la unidad de análisis de las explotaciones, se analiza la adopción de tecnología de aplicación del agua de riego en las parcelas, la cual contribuirá, al igual que en las CRR, a la mejora de la eficiencia de riego

**Tabla 1.1b: CARACTERÍSTICAS DE LAS EXPLOTACIONES  
AGRARIAS DE ESPAÑA Y MURCIA EN EL AÑO 2005**

<b>Explotaciones con SAU</b>	<b>España</b>	<b>%</b>	<b>Murcia</b>	<b>%</b>	<b>Murcia/ España (%)</b>
<b>SAU de las explotaciones según la personalidad jurídica del titular y la gestión</b>					
Persona física (SAU)	17.114.251	68,86	298.127	75,07	1,74
Sociedad mercantil (SAU)	2.321.946	9,34	72.918	18,36	3,14
Entidad pública (SAU)	2.415.945	9,72	317	0,08	0,01
Cooperativa de producción (SAU)	230.328	0,93	5.216	1,31	2,26
Sociedad Agraria de Transformación (SAU)	487.941	1,96	9.045	2,28	1,85
Otra condición jurídica (SAU)	2.284.718	9,19	11.522	2,90	0,50
<b>Unidades de Trabajo Año (UTA) en las explotaciones con SAU</b>					
Trabajo familiar	635.820	65,67	15.251	36,78	2,40
Trabajo asalariado	332.342	34,33	26.214	63,22	7,89
Trabajo asalariado fijo	148.432	15,33	10.819	26,09	7,29
Trabajo asalariado eventual	183.910	19,00	15.395	37,13	8,37
<b>Trabajo familiar: titulares persona física según edad (personas) en las explotaciones con SAU</b>					
Menos de 25 años	4.191	0,41	15	0,05	0,36
De 25 a 29 años	16.117	1,59	568	1,76	3,52
De 30 a 34 años	31.348	3,09	963	2,98	3,07
De 35 a 39 años	58.720	5,79	2.144	6,63	3,65
De 40 a 44 años	88.405	8,72	2.350	7,27	2,66
De 45 a 49 años	96.639	9,53	3.068	9,49	3,17
De 50 a 54 años	109.067	10,75	3.015	9,33	2,76
De 55 a 59 años	123.150	12,14	4.359	13,49	3,54
De 60 a 64 años	128.542	12,68	3.767	11,66	2,93
De 65 años y más	357.930	35,30	12.067	37,34	3,37
Total	1.014.109	100	32.315	100	3,19
<b>SAU de las explotaciones según régimen de tenencia (ha)</b>					
Propiedad	17.067.195	68,67	290.581	73,17	1,70
Arrendamiento	6.936.676	27,91	86.874	21,87	1,25
Aparcería	397.626	1,60	15.207	3,83	3,82
Otros regímenes de tenencia	453.633	1,83	4.484	1,13	0,99

Fuente: INE (2005).

y la optimización de los recursos hídricos disponibles. Por ello, también dentro del programa de actuación de consolidación y mejora de regadíos del PNR se contempla la modificación de los sistemas de aplicación de riego.

Respecto a la tecnología de aplicación del agua en el interior de la parcela, la tecnología de riego localizado, en su modalidad de riego por goteo, es el más reciente de los métodos de irrigación. Aunque algunos conceptos del micro riego datan de 1917 (Howell, 2000), los primeros avances en esta tecnología se desarrollaron en Israel entre las décadas de los años cincuenta y setenta, tras la II Guerra Mundial y el desarrollo de los materiales plásticos. Las aplicaciones comerciales comenzaron a implantarse a partir de los años setenta en los países desarrollados y su crecimiento continua hasta la actualidad (Fishelson y Rymon, 1989; Dasberg y Or, 1999).

El riego por goteo se define como la aplicación del agua a través de puntos o una línea de emisores, sobre o bajo la superficie del terreno, operando a bajas presiones (Dasberg y Or, 1999). Respecto al riego tradicional, el localizado tiene como ventajas la obtención de mayores rentabilidades, la reducción de forma considerable de la evaporación de agua del suelo y las pérdidas por escorrentía y percolación profunda y, como consecuencia, el incremento de la eficiencia de aplicación de agua. Así mismo, si se automatiza reduce el uso de mano de obra, permite el aporte de aguas más salinas, la fertirrigación, y disminuye riesgos fitosanitarios y la proliferación de malas hierbas (Keller, 1990, Pizarro, 1996). Los sistemas de riego localizado son más adaptables a las dificultades del suelo y a la orografía del terreno, realizando un reparto más uniforme del agua que evita el sobreriego y compensa las desigualdades de aplicación del agua (Skaggs, 2001).

Con respecto a otras tecnologías de riego, la eficiencia de aplicación en campo supera al riego tradicional y al riego por aspersión, alcanzando eficiencias de aplicación del 90%, superiores a las que se alcanzan con el riego superficial (50-60%) y el riego por aspersión (60-80%) (Dasberg y Or, 1999).

Aunque los beneficios son muy elevados, esta tecnología también presenta desventajas respecto a otros sistemas de riego, como los requerimientos de mantenimiento y control, la obstrucción de emisores, la posibilidad de fugas derivadas de daños de animales o mecánicos y la acumulación de sales en la zona radicular, consecuencia de un inadecuado lavado del frente húmedo. Tampoco permite controlar el microclima como el riego por aspersión y en muchas ocasiones necesita del apoyo de otros sistemas para la germinación de las semillas. Finalmente, la tecnología de riego por goteo es cara de instalar y requiere elevadas habilidades técnicas para un diseño y mantenimiento adecuado y una eficiencia óptima.

La importancia del empleo de esta tecnología por los agricultores para obtener las ventajas procedentes de su uso, se puede ver en el comportamien-

to adoptante mostrado por muchos agricultores y en el esfuerzo realizado por las Administraciones Públicas. Éstas también han realizado fuertes inversiones orientadas a mejorar las estructuras agrarias, a sostener y elevar la capacidad de competir en los mercados, conservar el medio ambiente y mejorar las condiciones de vida y trabajo de los agricultores.

Por ello, en el año 1995 ya se iniciaron las ayudas del MAPA y de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM) a las explotaciones de la Región, con base en el Real Decreto 1887/91, de 30 de diciembre. Posteriormente, para su adaptación se dictaron normas a la nueva reglamentación comunitaria en materia de mejora de las estructuras agrarias de producción, contenida en el Reglamento (CE) 1257/1999, del Consejo, de 17 de mayo, sobre ayuda al desarrollo rural a cargo del FEOGA. En este sentido se promulgó el R.D. 204/1996, de 9 de febrero, por el que se dictan normas relativas a la modernización de las explotaciones agrarias, que finalmente fue derogado por el R.D. 613/2001, de 8 de junio, para la mejora y modernización de las estructuras de producción de las explotaciones agrarias.

Según datos suministrados por la Consejería de Agricultura y Agua de la CARM, estos tres Reales Decretos han subvencionado durante el periodo 1995-2004 más de 1.500 solicitudes efectivas en riego localizado, 41 en riego por aspersión, 844 cabezales de riego, 674 embalses y 332 casetas de riego. Las ayudas podían ascender hasta el 45% del coste de las inversiones con los dos primeros Decretos y hasta el 50% en el tercero, siendo las ayudas recibidas por los agricultores inversiones directas y bonificaciones de intereses, más minoración de anualidades. En la comarca del Campo de Cartagena, las ayudas ascendieron a 8,1M€ para instalaciones de riego localizado, 6,2M€ para embalses y 4,1M€ para la adopción de cabezales de riego, alcanzando a 528, 244 y 271 explotaciones respectivamente.

Como respuesta a las inversiones en materia de modernización de explotaciones de la Ley 19/1995, de 4 de julio, de modernización de las explotaciones agrarias, y ante la necesidad de una gestión eficiente y sostenible del agua por los motivos anteriormente expuestos, la superficie con infraestructuras de regadío en España abarca casi 3,5 millones de hectáreas que suponen el 15,01% de la SAU, mientras que en la Región de Murcia este porcentaje asciende al 31,1%. Esto supone que el 38% de las tierras de regadío poseen tecnología de riego localizado en España, siendo la Región de Murcia la de mayor porcentaje de su superficie con riego por goteo (64%), seguida de Andalucía (49%) y Canarias (48%) (MAPA, 2007b).

## 1.5. PERSPECTIVAS ACTUALES EN LA GESTIÓN DEL AGUA

Al comenzar la elaboración del presente estudio se encontraba vigente el PHN (Ley 10/2001, de 5 de julio) que contemplaba las transferencias intercuencas como medida mitigadora del déficit hídrico estructural existente en el Levante Español. Esta Ley planteaba el abastecimiento con aguas procedentes del Río Ebro a un precio medio de 0,32 €/m<sup>3</sup>. Pero en 2004, este Plan fue parcialmente derogado mediante el R. D. Ley 2/2004, de 18 de junio, por el que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Como respuesta, se desarrolla el Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua) que pretende reorientar la política de aguas, mediante inversiones que incrementen la disponibilidad de recursos hídricos, especialmente en el Levante Español.

Para su implantación se está actuando sobre la reforma de las Confederaciones Hidrográficas (CCHH) y la incorporación de las CCAA en la toma de decisiones y de control público del agua. Se está creando un Banco Público del agua que permita una reasignación de los derechos históricos con criterios de equidad, eficiencia y sostenibilidad. Se pretende establecer las tarifas del agua según la DMA, es decir, acordes con los costes reales de obtención y de tratamiento del agua, moduladas en función del beneficio económico generado por la utilización del agua. Se acometerán las actuaciones de mejora de la gestión y del suministro de agua de calidad, acordes con las necesidades existentes y, en particular, las dirigidas a la optimización de las infraestructuras de almacenamiento y distribución existentes (tanto de regadío como de abastecimiento urbano), así como la depuración, la reutilización y la desalación (MMA, 2004).

Ante esta perspectiva, los agricultores se encuentran inmersos en un incierto proceso de variabilidad respecto a la disponibilidad del agua de riego y el precio que tendrán que pagar por su uso. Por un lado se plantean varias fuentes alternativas de suministro tales como mercados de aguas, desaladoras, depuradoras, etc., con sus costes de adquisición necesarios asociados y, por otro, las expectativas de la reforma de las tarifas del agua tal y como establece la DMA. Además, la sequía de los últimos años y la creciente sobreexplotación de algunos acuíferos de la Región, han incrementado enormemente el precio del agua subterránea, y la disponibilidad del agua en la Región de Murcia se encuentra seriamente comprometida.

Schaible *et al.* (1991) establecieron la escasa velocidad de difusión de tecnologías de riego en ausencia de cambios institucionales, dado que los agricultores no percibían la escasez. Sin embargo, en la Región de Murcia, la escasez y las consecuentes restricciones de la oferta, no sólo se encuentra

latente entre ciudadanos y agricultores, sino que aparece manifiesta en las dotaciones recibidas por los agricultores anualmente, muy por debajo de sus concesiones (CHS, 1997), y en las restricciones de agua para abastecimiento que sufren numerosos municipios de la Región durante los meses de estío. Por ello, no sólo han intervenido los cambios políticos, sino que el incremento de la adopción de tecnologías de transporte y aplicación del agua parece verse afectado también por las percepciones de escasez de los usuarios.

Tal y como se apuntó, otro de los riesgos derivados en la toma de decisiones de las explotaciones de regadío se debe a los costes del agua de riego (Boggess *et al.*, 1983) y las percepciones del valor del agua de los agricultores, ya que tanto la disponibilidad de agua como el precio de ésta han sido dos de los factores que, tanto directa como indirectamente, han afectado a la adopción de tecnologías de riego (Caswell y Zilberman, 1985; Moreno y Sunding, 2005).

La falta de un mercado del agua en funcionamiento impide el establecimiento de un precio de mercado. Por ello, el precio del agua lo determinan las instituciones gestoras mediante una tarifa pública. Las CCHH implantan una tarifa de utilización del agua para compensar al Estado por sus aportaciones financieras, cuya cuantía asciende a la suma de los gastos de funcionamiento y conservación de las obras realizadas, los gastos de administración imputables a dichas obras y el 4% de las inversiones realizadas por el Estado, debidamente actualizado y considerando las amortizaciones técnicas de las obras (MMA, 2000). Además, hay otra exacción establecida por el canon de regulación que grava a todos los beneficiarios de las obras de regulación de aguas superficiales y subterráneas realizadas, total o parcialmente, por el Estado.

Posterior al establecimiento del canon y la tarifa por las CCHH, las CCRR incorporan los costes derivados de su gestión y mantenimiento redundando en el precio final que el agricultor tiene que pagar. Por lo tanto, los costes totales de obtención de agua superficial para riego se pueden agrupar en los siguientes conceptos (Caballer y Guadalajara, 1998):

- Amortización de la obra hidráulica.
- Amortización de las redes secundarias de distribución.
- Mantenimiento de las instalaciones.
- Mano de obra.
- Administración.
- Energía.
- Varios e imprevistos.

Además, cuando el origen del agua es subterráneo, depurado o desalado, para la consecución del coste del agua se deberán incorporar los siguientes conceptos:

- Estudios previos.
- Amortización de las instalaciones de captación y puesta en disposición.

Asimismo, como las CCRR tienen obligación de presentar unas cuentas anuales en su Junta General, deberán de estimar las cuotas de derramas a abonar por los comuneros determinando unos cálculos del coste del agua por tres procedimientos (Jiliberto y Merino, 1997) que conformarán el establecimiento de tres tipos de tarifas (Sumpsi *et al.*, 1998):

- Por hectárea o sistema tarifario fijo, dividiendo los gastos totales presupuestados por las hectáreas de la CR. Tiene el inconveniente de no incentivar el ahorro ni distinguir entre las necesidades hídricas de los cultivos.
- Por consumo de cada usuario o sistema tarifario variable, estableciendo un precio por metro cúbico utilizado. Favorece un uso más racional del agua.
- De forma binómico o sistema tarifario binómico, donde la cuantía estaría formada por los gastos generales de conservación de las obras correspondientes a cada hectárea y en función de los metros cúbicos consumidos. Esta cuota parece más equitativa.

El sistema tarifario binómico es el más equitativo, pero solamente es utilizado en el 5% de la superficie regable de España seguido del sistema tarifario variable (13%). El sistema tarifario fijo, a pesar de sus desventajas, es el mayormente implantado (82%) (MAPA, 2001). Pero estas tarifas solamente incluyen los valores de uso, dejando al margen los valores de no uso como el futuro valor de opción, el valor de existencia y el de legado.

Los objetivos de las políticas de tarifas son: recuperar todos los costes de suministro, inducir un uso racional a través de la percepción de escasez, limitar el consumo, establecer un pago justo y equitativo, y reducir los impactos ambientales. Para ello, además de los costes anteriormente señalados, será necesario considerar los costes de oportunidad del agua, la tasa ambiental originada por los daños ambientales que origina el regadío y la valoración de su escasez (Ferreiro, 1994; MMA, 2000; Fernandez-Zamudio *et al.* 2007).

En la Región de Murcia, las escasas precipitaciones (280 mm/año) generan una elevada dependencia de los cultivos sobre el empleo de agua para riego. Las dotaciones anuales se encuentran condicionadas por la discrepancia entre políticas nacionales y regionales, la inestabilidad climatológica de la zona y el establecimiento del precio a lo largo del tiempo. Además sufre numerosas fluctuaciones y presenta una tendencia alcista con notables incrementos de precio en las épocas de mayor escasez e inmediatamente posterior a estas.

La escasez de agua de la Cuenca del Segura, la dependencia incierta de los recursos de una cuenca ajena y la no existencia de un mercado que establezca el precio, han generado un incierto futuro para la agricultura de regadío de la Región, que dependerá directamente de un recurso escaso y con valor desconocido desde que éste es establecido por la Administración Pública.



## **2. CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN DE INNOVACIONES**



En este capítulo se definen los conceptos relacionados con la adopción y difusión de innovaciones. Igualmente, se analizan las diferentes teorías, las medidas y modelos relacionados con los conceptos y se establece una clasificación de los modelos frecuentemente utilizados para abordar el estudio.

## **2.1. INNOVACIÓN**

La innovación permite a las empresas ventajas competitivas (Dieperink *et al.*, 2004), por lo que es un elemento determinante en el crecimiento económico (Cheng y Tao, 1999). Debido a la importancia que ésta tiene, para sus fabricantes y usuarios, se analizará el concepto y las diferentes definiciones que se han encontrado en la literatura.

### **2.1.1. Concepto de innovación**

La palabra innovación, procedente del vocablo latino *innovatio* (alteración) ha sido ampliamente utilizada en distintos ámbitos de aplicación y bajo diferentes orientaciones: producto, empresa, consumidor y mercado (Schiffman y Kanuk, 1994), que han dado lugar a diferentes definiciones.

Según la orientación al producto, y los efectos que sus características pueden tener sobre los patrones de uso y consumo, un producto será una innovación según el grado en que puede modificar estos patrones de comportamiento establecidos. Orientada a la empresa, una innovación es un producto que se produce o comercializa por primera vez, independientemente de su existencia en el mercado. Atendiendo al consumidor será todo aquello que un potencial adoptante considere como nuevo en el mercado, y orientado a la innovación será un nuevo producto para el consumidor y para el productor.

La orientación al producto, además de ser la más utilizada, recoge los distintos enfoques que el concepto de innovación admite. El doble sentido de la innovación como “acción” y como “efecto” producido por ésta y la per-

cepción de “nuevo” como algo que no existía, como algo que existía pero no se había descubierto o algo que existía y se había descubierto pero no es conocido por un determinado grupo o individuo (Gómez, 1986).

En economía, la innovación ha sido definida como “cambio histórico e irreversible en el proceso de producción” (Schumpeter, 1939). Esto supone la alteración de las combinaciones de los factores de producción y la modificación del sistema productivo, generando un nuevo proceso y una nueva función de producción. Por lo tanto, la innovación se define como el establecimiento de una nueva función de producción, que se conseguirá con la fabricación de nuevos bienes, con la introducción de un nuevo método de producción, con la apertura de un nuevo mercado, con la conquista de una nueva fuente de oferta de factores o con el establecimiento de una nueva forma de organización de la producción.

La innovación, también llamada “cambio técnico” en otros colectivos, puede tener visiones sociológicas, conductistas, sociales y pragmáticas, entre otras, mostrando todas ellas un doble sentido de acción y de efecto. Una de las definiciones más amplias y desde la perspectiva del consumidor es la ofrecida por Rogers (1962), para quien una innovación es una idea, proceso u objeto percibido como nuevo por un individuo.

Desde un punto de vista sociológico, una innovación no tiene porque modificar la función de producción ya que ésta se centrará en la creación de nuevos objetivos sociales e individuales (Flores, 1968). Así, la innovación en el personal de una empresa recogerá aquellas alternativas que producen cambios directos en los trabajadores, las reestructuraciones de plantilla y los cambios en el comportamiento generados por la formación (Knight, 1967).

Hay que distinguir entre “innovación” e “invención”. La invención, fruto de la investigación, es el descubrimiento de algo nuevo. Cuando ésta es comercializable pasa a ser fuente de innovación y para ello requerirá de un periodo de tiempo variable. Por lo tanto, la innovación aparece como la expresión aplicada de la invención y sólo tiene lugar cuando se produce la primera transacción comercial (Flores, 1968; Freeman, 1975; Fernandez *et al.*, 1983).

Similar distinción cabe realzar entre los términos “tecnológico” y “técnico”. Para Schookler (1966)<sup>3</sup>, un cambio tecnológico hace referencia al acto de producir nuevo conocimiento, mientras que el cambio técnico sería la

---

<sup>3</sup> Citado en (Gómez 1986).

incorporación de este nuevo conocimiento al proceso de producción de las empresas (Freeman. 1975; Fernandez *et al.*, 1983). En este sentido, Freeman (1975) utilizó el término “innovación técnica” para describir la introducción y difusión de productos y procesos nuevos y mejorados y el de “innovación tecnológica” para describir los avances del conocimiento.

Desde las distintas perspectivas expuestas se deduce que una innovación puede ser un producto, una mejora de otro existente, un proceso, o una técnica de gestión u organización, siempre y cuando ésta llegue al mercado, se encuentre a disposición de los potenciales adoptantes, y tanto éstos como los fabricantes la perciban como novedad.

### **2.1.2. Tipos de innovaciones**

Según se puede deducir de lo expuesto anteriormente, la clasificación de las innovaciones se puede realizar atendiendo a diversos criterios. Como primera clasificación, y con un enfoque más académico, se puede distinguir entre las generadas en el sector de producción (técnicas) y las desarrolladas en el sector consumo (institucionales, sociales), teniendo repercusiones mutuas una sobre la otra y viceversa (Flores, 1968).

Otra clasificación, muy utilizada en marketing, es la realizada por Robertson (1967) en función del colectivo que adopta la innovación:

- Innovaciones de Consumo: las adoptadas por el consumidor final en función de sus percepciones sobre los cambios que, un nuevo producto o servicio, puede tener sobre los patrones de consumo. Pueden subdividirse en tres grupos:
  - Innovaciones Discontinuas: suponen la creación de un nuevo patrón de consumo (producto).
  - Innovaciones Dinámicamente Continuas: no implican nuevas conductas de consumo, pero sí la creación de un nuevo producto o la alteración de uno existente (marca).
  - Innovaciones Continuas: cuando los efectos sobre los patrones de consumo son mínimos, implican ligeras alteraciones de los productos existentes (modelo).
- Innovaciones de Empresa o Tecnológicas: son las adoptadas por los empresarios en su proceso de producción y se subdividen en función de la naturaleza de la innovación en:
  - Innovaciones Técnicas: afectan a los factores de producción y en agricultura se pueden agrupar en mecánicas (maquinaria, aperos,

sistemas de riego, etc.) y biológicas<sup>4</sup> (nuevos cultivos, nuevas variedades, productos fitosanitarios, etc.).

- Innovaciones Organizativas: afectan al método de organización y gestión (cooperativismo, producción integrada, etc.).

Según el tipo de decisión que debe tomar el potencial adoptante, Rogers y Shoemaker (1971) clasifican las innovaciones en opcionales, colectivas y autoritarias, en función de la libre disponibilidad que el potencial adoptante posea en el momento de tomar la decisión de adoptar, dejando abierta la posibilidad de introducir un cuarto tipo, contingentes. También estos autores, basándose en la componente idea y objeto de la innovación, clasificaron las innovaciones en aquellas que conllevan una adopción simbólica o una adopción efectiva.

También Hirschman (1981), sobre la idea de introducir aspectos tecnológicos en el concepto de innovación, clasificó las innovaciones en simbólicas y tecnológicas, añadiendo Hardie *et al.* (1996), dentro de éstas últimas, el carácter amplificador o simplificador de la innovación. Con ello, pretenden identificar tanto el cambio de comportamiento del adoptante como la forma en que lo hace. Aplicando esto a la definición económica de innovación, se podrían clasificar las innovaciones en función del carácter respecto al producto, a los factores e incluso al riesgo.

Aún existiendo distintas clasificaciones y en diversos campos, la mayoría de autores hacen una simple distinción entre innovaciones radicales e innovaciones incrementales (Stobaugh, 1988). Según Fernández (1996), una innovación radical, es un cambio en la función de producción donde las isocuantas se desplazan hacia abajo y hacia la izquierda, implicando una modificación del sistema productivo. En cambio, una innovación incremental supone una mejora de la tecnología existente por la introducción de cambios menores en productos y procesos.

Otra clasificación que proporciona un método que permite conocer de forma fácil la distribución de beneficios es la de innovaciones drásticas y no drásticas. Las primeras son aquellas que están valoradas a un menor precio que la tecnología existente, cubriendo completamente el mercado, mientras que las no drásticas son aquellas que se encuentran valoradas competitivamente con la tecnología existente (Moschini y Lapan, 1997). Las innovacio-

---

<sup>4</sup> de Janvry (1973) desglosa las mecánicas en mecánicas y agronómicas y las biológicas en biológicas y químicas.

nes drásticas benefician la producción y su cadena, siendo relevantes si todos los productores se enfrentan a los mismos costes y factores de producción, y las no drásticas pueden proveer beneficios a los productores si la tecnología existente no está siendo provista de forma competitiva (Muñoz, 2004).

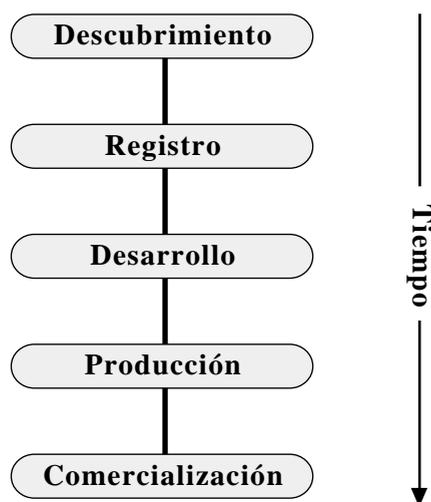
Si atendemos a la literatura del marketing, se encuentran clasificaciones basadas en los cuatro enfoques enunciados anteriormente. Estas clasificaciones se basan en una orientación, o bien lo hacen sobre enfoques conjuntos, recogiendo Tomaseti (2004) una amplia clasificación de ellas.

### 2.1.3. Proceso de innovación

La generación de innovaciones es un proceso que va desde la decisión de investigar sobre un problema reconocido hasta la comercialización de la innovación. Este proceso puede ser arbitrario, no ocurriendo siempre en este orden, y para ciertas innovaciones algunas fases pueden ser obviadas (Rogers y Shoemaker, 1971; Freeman, 1975).

Según Sunding y Zilberman (2001) la generación de innovaciones está compuesta por las fases de descubrimiento, registro, desarrollo, producción y comercialización (Figura 2.1). Estas fases son paralelas a las fases del desarrollo de nuevos productos propuestas por Kotler (1995).

**Figura 2.1: FASES DEL PROCESO DE GENERACIÓN DE INNOVACIONES**



*Fuente: Sunding y Zilberman (2001).*

Además, Sunding y Zilberman (2001), desde una perspectiva agraria, consideran la generación de innovaciones de capital público exponiendo un modelo de innovación inducida, un marco político y económico para gestionar los gastos públicos en el desarrollo de nuevas ideas, y las instituciones y políticas necesarias para gestionar las actividades de la innovación, afirmando que la probabilidad de que surjan nuevas ideas aumenta como respuesta a la escasez y las oportunidades económicas.

Así, la innovación queda inmersa en un proceso, denominado proceso de innovación, cambio técnico o cambio social, según la perspectiva desde la que se observe y su alcance (Freeman, 1975), siendo la etapa de comercialización, la constituyente de la innovación propiamente dicha y a partir de la cual finaliza el proceso de innovación de la empresa. La culminación de este proceso da paso al proceso de adopción por el consumidor que describirá cómo los potenciales adoptantes llegan a conocer la innovación, cómo la evalúan y cómo finalmente la adoptan o rechazan. Este proceso precederá al de creación de lealtad del cliente en la innovación (Kotler, 1995; Santesmases, 1996).

## **2.2. ADOPCIÓN DE INNOVACIONES**

En la literatura de adopción y difusión de innovaciones aparecen, en muchas ocasiones, los términos de adopción y difusión utilizados de forma indistinta, y aunque son muy similares, la adopción hace referencia a un proceso de decisión individual sobre la aceptación de una innovación, mientras que la difusión se refiere al proceso de aceptación de una innovación por un conjunto de individuos en el tiempo.

### **2.2.1. Concepto de adopción**

Adopción es un proceso basado en una secuencia de decisiones que los individuos toman para decidir si adoptan o rechazan una innovación (Gatignon y Robertson, 1991). Esta decisión supondrá la aceptación de una innovación por los potenciales adoptantes de la innovación.

Para Rogers (1962), la adopción es un proceso mental por el que pasa un individuo desde que tiene conocimiento por primera vez de la existencia de una innovación hasta que toma la decisión final de adoptar. En la misma línea, Lindner (1987) señala que el término adopción se usa para indicar el proceso mediante el cual debe pasar un productor individual para decidir si usa o no una nueva técnica de producción.

Desde el punto de vista de las tecnologías agrarias, Featherstone *et al.* (1997) y Sidibé (2005) definen la adopción como la extensión en la cual una

nueva tecnología es utilizada de forma equilibrada con otras actividades, en un largo periodo de tiempo y suponiendo que los agricultores tienen información completa sobre la tecnología y su potencial.

Por lo tanto, la adopción de tecnología puede ser vista desde dos perspectivas o niveles (Feder y Umali, 1993):

**Nivel micro:** cada unidad decisional analizada debe decidir si adopta o no una innovación y la intensidad de su uso, existiendo una serie de factores intrínsecos y externos a la unidad que afectan a la decisión, pudiendo ésta ser vista desde una perspectiva estática o dinámica.

**Nivel macro:** el patrón de adopción de todas las unidades decisionales de la población objeto de estudio es examinado en el tiempo para identificar la tendencia específica dentro del ciclo de difusión, partiendo de un momento en el tiempo donde la innovación está ya en uso y sin considerar el proceso de innovación.

Esta clasificación establecida por Feder y Umali (1993) resulta ser muy esclarecedora ya que diferencia entre los conceptos de adopción y difusión a pesar de sus conexiones intrínsecas, de forma que enlaza con los términos expuestos en este capítulo, es decir, la adopción se identificará con el nivel micro mientras que la difusión lo hará con el nivel macro.

Objetivamente, se hablará de difusión de una tecnología cuando ésta es vista desde el exterior, mientras que a nivel subjetivo cabría hablar de adopción, en el sentido de que una innovación se difunde a medida que es adoptada por los miembros de un colectivo. Aparentemente, los términos adopción y difusión serían sinónimos, pero existe una distorsión causada por el periodo de adopción, o tiempo que transcurre desde que un individuo conoce la innovación hasta que la adopta. Por ello, la difusión puede ser interpretada como la adopción agregada, estando ligada la primera al tiempo y la segunda al comportamiento adoptante de un individuo (Gómez, 1986; Sunding y Zilberman, 2001).

Según Lindner (1987) la adopción es un proceso simple, a pesar de la gran diversidad de tipos de innovaciones, patrones de difusión, características de los potenciales adoptantes y tiempo empleado por éstos para decidir si adoptan o rechazan una innovación. En cualquier caso, este proceso implica dos componentes universales: una elección con riesgo y la adquisición de conocimiento.

La elección de adoptar es arriesgada porque existe una incertidumbre en torno a la innovación que se irá reduciendo con la adquisición de conocimiento. Así, las técnicas de decisión de elección son contingentes a un

estado de conocimiento incierto de la innovación y de aquellos factores que afecten a la decisión. Si el centro decisor tuviera conocimiento completo podría decidir correctamente si la adopción es buena o mala. Por lo tanto, la decisión dependerá del conocimiento de los distintos parámetros, y estará envuelta en un proceso de aprendizaje dinámico compuesto por una adquisición de la información y la posterior incorporación de ésta a las anteriores creencias de los potenciales adoptantes, o a las posteriores creencias sobre el desarrollo de la innovación. Estas creencias que van cambiando con el tiempo modifican el conocimiento sobre la tecnología y las decisiones de adoptar (Pannell *et al.*, 2006).

### 2.2.2. Etapas del proceso de adopción

Como ya se ha señalado, el proceso de adopción de una innovación, enfocado de forma individual, hace referencia al conjunto de etapas por las que pasa un potencial adoptante desde que tiene conocimiento de la existencia de la innovación hasta que toma la decisión de adoptar o rechazar su utilización. Este proceso consiste en una serie de elecciones y acciones en el tiempo a través de las cuales el centro decisor evaluará una nueva idea y decidirá si incorporar la innovación derivada de ésta a sus prácticas habituales. Además, el adoptante desarrolla comportamientos dirigidos a reducir la incertidumbre asociada inherentemente a la nueva alternativa (Rogers, 2003).

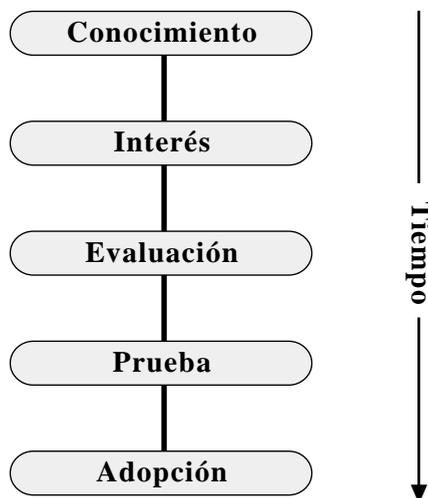
El proceso de adopción comienza con el conocimiento que experimenta un potencial adoptante cuando es expuesto a la innovación. A partir de aquí, se establece un proceso de búsqueda de información que será procesada con el objetivo de reducir la incertidumbre de las ventajas e inconvenientes de la innovación y establecer idoneidad.

Para representar este proceso existe un modelo clásico propuesto por un comité de sociólogos rurales en la Universidad de Iowa<sup>5</sup>, estructurado en cinco fases tal y como muestra la Figura 2.2:

- Conocimiento<sup>6</sup>: el agricultor percibe por primera vez la innovación, pero carece de información.
- Interés: el agricultor busca información adicional sobre la innovación.

5 *Subcomité for the Study of the Diffusión of Farm Practices. North Central Rural Sociological Committee. How Farm People Accept New Ideas. North Central Regional Publication, nº1. Ames: Iowa Agricultural Extensión Service, 1995.*

6 *En la literatura relacionada con el marketing, a esta fase se le llama Atención (Santesmases 1996).*

**Figura 2.2: FASES DEL PROCESO DE ADOPCIÓN**

*Fuente: Subcomité for the Study of the Diffusión of Farm Practices (1995).*

- Evaluación: el agricultor ordena y pondera la información recibida adecuándola a sus condiciones, analiza sus ventajas, costes, duración, etc.
- Prueba: el agricultor se decide a realizar un ensayo a pequeña escala en su explotación para comprobar la utilidad del producto.
- Adopción: el agricultor introduce la innovación en su explotación, con su adquisición si es que ésta es indivisible o realizando compras regulares si se trata de un producto de compra frecuente.

Aunque existen otras clasificaciones de las fases del proceso de adopción (Rogers, 1962; Prochaska *et al.* 1992; Parthasarathy *et al.* 1995; Nabih *et al.* 1997; Pannell *et al.* 2006), todas se basan en la existencia de tres niveles: cognoscitivo, derivado de la información, afectivo, derivado de la evaluación, y activo, derivado de si el individuo adquiere o no la innovación.

En 1989, William McWire<sup>7</sup> fue el primero en postular el modelo de jerarquía de efectos para explicar el proceso de adopción, basándose en las

<sup>7</sup> Citado en Rogers (2003).

diferentes fases que debe pasar un potencial adoptante, y donde los distintos canales de comunicación juegan un importante papel provocando diferentes consecuencias. Como modelos más representativos se encuentra el de Rogers (2003) que incorpora la etapa de decisión post-compra, de forma que su modelo está compuesto por las etapas: conocimiento, persuasión, decisión, realización y confirmación. Por su parte, Nabih *et al.* (1997), además de incluir las fases de aceptación y prueba, contemplan la posibilidad de distintos resultados (adopción, resistencia, retraso de la decisión y rechazo).

Como estos modelos adolecen del efecto de las influencias externas, normativas y sociales que pueden influir en los efectos, aparecieron otra serie de modelos denominados mixtos que, basándose en la jerarquía de efectos, incluían distintos factores de influencia. El modelo de Tan (1994) fue el primero que introdujo factores relacionados con el comportamiento del individuo sobre las fases del proceso, demostrando que las variables de comportamiento, económicas y las relacionadas con el producto, afectan a la decisión de adoptar. En concreto, la aversión al riesgo, la valoración de las características percibidas de la innovación, la incertidumbre de la información recibida por el individuo y las limitaciones económicas del potencial adoptante.

El modelo de Parthasarathy *et al.* (1995) incluye los factores del entorno (influencia externa e interpersonal) y del propio individuo (personales y culturales) en dos rutas alternativas. Una cognoscitiva que estará influenciada por factores externos y relaciones interpersonales, y otra normativa afectada por las consecuencias sociales que determinarán la adopción de la innovación.

La importante aportación de estos autores a los modelos mixtos, incluyendo aspectos que pueden influir sobre las distintas etapas del proceso, se encuentra en fase de contrastación empírica donde podría ponerse de manifiesto la falta de parsimonia en los mismos (Tomaseti, 2004).

### **2.2.3. Innovatividad y categorías de adoptantes**

Cuando aparece una innovación en el mercado, si adoptarla es bueno, todos los potenciales adoptantes deberían hacerlo de forma inmediata. Sin embargo, no todos los individuos adoptan a la vez sino que cada uno de ellos requerirá de un periodo de tiempo más o menos amplio para decidir si la innovación es buena para él. Estas diferencias en el tiempo de adopción que hay entre individuos pueden ser debidas a los efectos de la comunicación y del aprendizaje que enlaza la innovación con los potenciales adoptantes, a las diferencias intrínsecas entre individuos por si mismas, o simplemente por

la interacción estratégica existente entre los individuos de un sistema social (Baptista, 1999).

Respecto a las características del individuo, o unidad de adopción, aparece el término de Innovatividad como el grado en el que un individuo acepta innovaciones (Beaudry y Breschi, 2000) o es relativamente más adelantado en adoptar que los otros miembros de su sistema social (Rogers, 2003). En definitiva, se trata de una cualidad asociada a los atributos intrínsecos del individuo y su relación con el entorno, ya que la velocidad del proceso de adopción es distinta entre los miembros de un sistema social.

La Innovatividad pura o psicológica hace referencia al deseo de cambio que experimenta el individuo (Hurt *et al.*, 1977), mientras que la Innovatividad efectiva se refiere al comportamiento real de adopción por parte del individuo (Holdaway y Seguer, 1968). Este comportamiento está influido por todos los factores que afectan al individuo, además de los psicológicos, y suele denominarse conducta innovativa.

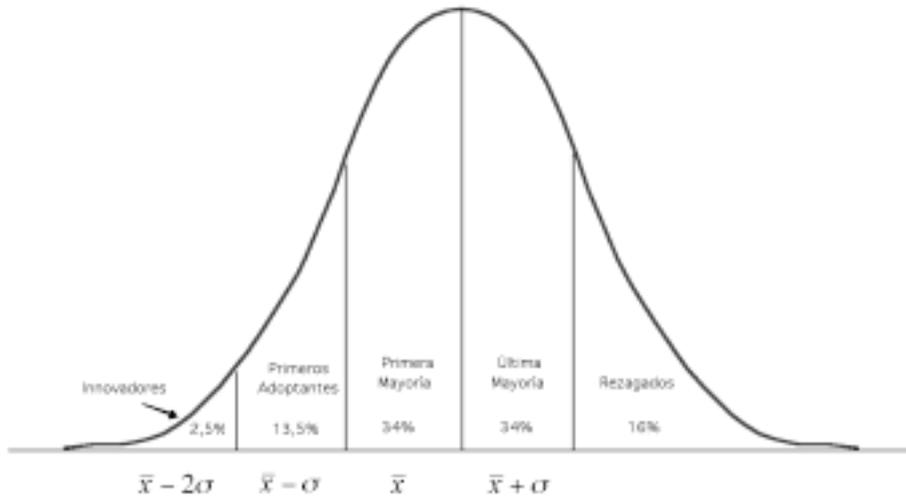
La Innovatividad psicológica es difícil de medir, pero la efectiva se puede evaluar de varias formas por el comportamiento de adopción del individuo: prontitud relativa, grado de utilización, o simplemente con un índice dicotómico (Holdaway y Seguer, 1968; Gómez, 1986).

Para describir a los individuos de un sistema social en base a su tiempo de adopción, se pueden establecer categorías de adoptantes que engloben individuos con similar grado de innovatividad, ya que las características de los adoptantes son distintas según el momento en el que llevan a cabo la adopción. Partiendo de la función de densidad de probabilidad normal de adoptantes y su correspondiente función acumulada en el tiempo con forma de *S*, Rogers (1958) propuso un método estándar para establecer cinco categorías a partir de la media y de la desviación estándar. La Figura 2.3 muestra la distribución de frecuencia normal dividida en las cinco categorías, y el porcentaje aproximado de individuos incluido en cada una de ellas.

Las diferentes categorías de adoptantes, sucesivas cronológicamente, ayudarán al conocimiento del grado de innovatividad de los miembros del sistema social cuya distribución en el tiempo se ajusta a una distribución normal. Estas categorías son: innovadores, primeros adoptantes, primera mayoría, última mayoría, y rezagados (Karlheinz y Even, 2000; Rogers, 2003).

Los *innovadores* están comprendidos bajo el área de la curva normal que hay a la izquierda de la media del tiempo de adopción menos dos veces la desviación estándar. Incluye el 2,5% de los individuos del sistema social que presentan gran interés por las nuevas ideas, poca aversión al riesgo y un alto grado de cosmopolitismo.

**Figura 2.3: CATEGORÍAS DE ADOPTANTES EN BASE A SU INNOVATIVIDAD**



Fuente: Adaptado de Rogers (2003).

Los *primeros adoptantes* agrupan al 13,5% del sistema social, y están comprendidos en el área definida por la media menos una desviación estándar y la media menos dos desviaciones estándar. Este grupo reducirá la incertidumbre sobre la innovación de cara a la adopción y sus miembros se encuentran más integrados en el sistema social local que los innovadores, y altamente influenciados por los líderes de opinión. Transmitirán información al resto de los miembros del sistema manteniendo una posición central dentro de la red de comunicación.

La *primera mayoría* adopta las innovaciones justo antes que la media, abarcando al 34% de la población y está incluida bajo el área que hay entre la media de la fecha de adopción y la media menos una desviación estándar. Siguen deliberadamente a los adoptantes previos y realizan un importante papel de enlace en el avance de los distintos grupos dentro del sistema social. Al haber deliberado con suficiente tiempo antes de adoptar, los componentes de este grupo presentan un periodo de innovación-adopción relativamente largo.

El grupo llamado *última mayoría* adoptará justo por encima de la fecha media hasta ésta más una desviación estándar. Comprende el 34% de los miembros del sistema social y se encuentra representado generalmente por

individuos con escasez de recursos, que no adoptan las innovaciones hasta que casi toda la incertidumbre que rodea a la innovación ha desaparecido.

Los últimos en adoptar una innovación serán los *rezagados* que agruparán al 16% del sistema social. Se encuentran bajo la curva que hay a la derecha de la media más una desviación estándar. Siendo la categoría más localista, sus miembros pueden encontrarse en muchas ocasiones aislados de los medios de comunicación de su sistema. Suelen ser personas recelosas de las innovaciones y de los agentes de cambio y su precaria posición económica les hace que sean extremadamente cautos.

Para estandarizar las categorías de adoptantes, de acuerdo al momento del tiempo en el cual estos adquirieron la innovación, hay que establecer un número de éstas, la proporción de individuos que las adquieren y un método que las defina (Rogers, 1983). Aunque la mayoría de los métodos se han basado en el uso de la media y la desviación estándar para establecer las categorías, el objetivo de las investigaciones se ha centrado en describir el comportamiento de los innovadores frente a los imitadores y muy pocas han diferenciado más de dos categorías (Martínez y Polo, 1996).

A pesar de las ventajas de la estandarización y comparación entre tecnologías del método de Rogers (1983), Mahajan y Peterson (1985) y Tanny y Derzko (1988), presentan las desventajas asociadas a la rigidez de este método, resaltando la importancia de las características de los adoptantes englobados en las distintas categorías. Mahajan *et al.* (1990a; 1990b) también establecieron similares categorías en base al modelo de difusión desarrollado por Bass (1969) que estableció una clara diferencia entre innovadores e imitadores.

Bass (1969) afirmó que los potenciales adoptantes o eran innovadores porque se encontraban influenciados por los medios de comunicación masivos, o eran imitadores porque estaban afectados por las relaciones interpersonales. En base a esto, Mahajan *et al.* (1990b) propusieron cinco categorías de adoptantes, similares a las de Rogers (1962), pero que ya no dependían de parámetros estadísticos sino de los coeficientes de innovación e imitación emanados de su modelo. Estas mismas categorías fueron utilizadas posteriormente por Martínez y Polo (1996) para ocho electrodomésticos diferentes.

Siguiendo la premisa de clasificar a los adoptantes de un sistema social, Taylor (1977) sólo consideró la categoría de innovadores, mientras que Robertson y Kennedy (1968), Feldman (1975) y Greco y Fields (1991) analizaron diferentes innovaciones y clasificaron a los adoptantes en dos grupos, innovadores o adoptantes tempranos y no innovadores o rezagados. El trabajo de Uhl *et al.* (1970) incorpora a estas dos categorías una tercera

a la que llamó adoptantes intermedios, y otros autores como Edgar *et al.* (1967) y Dickerson y Gentry (1983) añadieron también una tercera categoría que agrupaba a los no adoptantes.

Aunque son muchos los factores recogidos en la literatura consultada sobre adopción de innovaciones que pueden explicarla, hay una serie de generalizaciones basadas en determinados factores asociados con las diferentes categorías de adoptantes. Para Rogers (2003), estos factores emanan de las características de los individuos y los agrupó en estatus del individuo, sus valores de personalidad y su comportamiento comunicativo.

#### **2.2.4. Canales de comunicación y proceso de adopción**

Para Katz *et al.* (1963) y Rogers (1962) la adopción de innovaciones no es más que un proceso de comunicación donde el mensaje de la comunicación es una idea o práctica nueva, de manera que el potencial adoptante adquirirá la innovación una vez que tenga conocimiento completo de ella. De esta forma, durante el proceso de adopción, los agentes individuales van adquiriendo conciencia y conocimiento de la innovación. Esta adquisición dinámica de conocimiento depende de la aptitud y actitud del individuo hacia la innovación y de los canales de comunicación por los que le llega la información. Así que, tanto el individuo como el canal de comunicación que le transmite el mensaje, juegan un papel fundamental en las diferentes fases del proceso de adopción, puesto que la interpretación de la información y el medio que la transmite reducen la incertidumbre asociada a la innovación.

Los individuos tienden a exponerse con mayor facilidad a aquellas ideas que están acordes con su propio interés, sus necesidades y sus actitudes, evitando consciente o inconscientemente mensajes divergentes a sus predisposiciones. Esta *exposición selectiva* hace que los mensajes sean interpretados de acuerdo a las actitudes y creencias de los individuos a los que les llegan, teniendo éstos una *percepción selectiva* del mensaje, tal y como interpretó Hassinger (1959).

El canal de comunicación no sólo lleva el mensaje desde la fuente hacia el receptor, sino que dependiendo del tipo de canal provocará un efecto diferente sobre el cambio de conocimiento actual que el potencial adoptante tiene de la innovación. Los principales canales de comunicación son los medios de comunicación masivos como la televisión, la radio, la prensa, etc. y los canales interpersonales donde la información es intercambiada directamente entre individuos.

Los medios de comunicación masiva son capaces de llegar a una gran audiencia de forma rápida creando conocimiento y difundiendo información,

pero tienen un efecto débil sobre el cambio de las actitudes preconcebidas. En cambio, los canales interpersonales, a través del boca a boca, clarifican mejor la información acerca de la innovación superando las barreras psicológicas y sociales de la exposición, percepción y retención selectiva. Además, el mayor efecto sobre el cambio de las actitudes preconcebidas les hace más eficientes para la persuasión (Rogers y Shoemaker, 1971).

Por ello, los medios de comunicación masivos y los canales cosmopolitas son más importantes en la fase de conocimiento, mientras que los canales interpersonales y los locales cobran más importancia en las fases de interés y evaluación del proceso de adopción (Rogers, 2003).

Dentro de los canales de comunicación interpersonales, y desde una perspectiva cosmopolita, se encuentra el agente de cambio que, según Rogers y Shoemaker (1971), es un profesional que influye en las decisiones sobre innovaciones en una dirección deseable para la organización que representa.

Para introducir una innovación los esfuerzos de un agente de cambio se orientan al contacto con el cliente con la intención de (Rogers, 2003):

- a) Desarrollar la necesidad de cambio.
- b) Establecer una relación de intercambio de información.
- c) Diagnosticar problemas.
- d) Crear una intención de cambio en el cliente y que ésta se lleve a la práctica.
- e) Establecer la adopción procurando su continuidad.
- f) Finalizar la relación una vez que el cliente pueda ser autosuficiente.

El agente de cambio, como medio para acelerar el proceso de adopción, puede ser el agente de ventas de la empresa distribuidora de la innovación o, como ocurre en agricultura, pueden ser los miembros de los Servicios de Extensión Agraria. Estos últimos se mostrarán imparciales respecto a la empresa propietaria de la innovación.

Para las innovaciones en agricultura, las Agencias de Extensión Agraria han jugado un papel fundamental en el proceso de adopción, no sólo en España, sino en casi todos los países del mundo. En Norteamérica poseían un modelo de extensión agraria compuesto por un subsistema de investigación, otro compuesto por agentes de extensión a nivel de región y un tercero que hacía de enlace entre los dos primeros. Este modelo, similar al español, es un sistema integrado para el proceso de innovación-desarrollo (Rogers, 1988).

En función del enfoque de cómo los diferentes medios de comunicación afectan a los distintos tipos de adoptantes en las fases del proceso de adop-

ción, se encuentran en la literatura tres tipos de modelos que corroboran estas asunciones.

De un lado, los modelos de influencia interna promovidos por Mansfield (1961) se fundamentan en que el boca a boca, que también incluye las percepciones visuales, es el reductor de la incertidumbre inicial, provocando un arrastre de los adoptantes respecto de los potenciales adoptantes de forma similar a la propagación de una epidemia por contagio (Baptista, 1999). Igualmente, Stoneman (1980; 1981) demostraron que la información adquirida dentro de la empresa era derivada del uso de la innovación.

Los modelos deterministas de influencia externa formulados por Fourt y Woodlock (1960) se basan en que la información que les llega a los potenciales adoptantes proviene de canales de comunicación masiva y cosmopolitas, no existiendo relación alguna entre los adoptantes previos y los potenciales. Lindner *et al.* (1979) también asumieron que la información que nutría a los potenciales adoptantes provenía de fuentes externas.

Finalmente, y desde una doble perspectiva, Bass (1969) aportó el modelo generalizado estático o “modelo Bass”, que al ser de influencia mixta abarca los dos modelos anteriores y divide a los potenciales adoptantes en imitadores e innovadores, integrando en un solo modelo las consideraciones de Fourt y Woodlock (1960) y Mansfield (1961). Este modelo ha sido ampliamente utilizado y satisfactoriamente demostrado en numerosos ámbitos, como la agricultura, productos duraderos, venta al por menor, etc. Por otro lado, al modelo Bass se le han ido incorporando otras variables como los precios, el tamaño del mercado, la publicidad, las compras repetidas y la competencia.

Si consideramos las categorías de adoptantes en función del canal de comunicación por el que le llega la información, Rogers (2003) afirma que los medios de comunicación masivos y los cosmopolitas son relativamente más importantes para los adoptantes tempranos que los canales interpersonales y los canales locales, que lo serán para los adoptantes tardíos y rezagados. La tasa de conciencia-conocimiento es más rápida que la tasa de adopción y los adoptantes tempranos presentan un periodo de adopción más rápido.

### **2.3. DIFUSIÓN DE INNOVACIONES**

Como se introdujo en el epígrafe 2.2 de este capítulo, el término difusión hace referencia al proceso de aceptación de una innovación por los individuos de un sistema social en el tiempo. Este proceso ha sido enfocado desde el punto de vista de la innovación, de cómo ésta se ha ido expandiendo en

el tiempo para un espacio determinado. Por ello, la difusión se ha considerado como la adopción agregada en el tiempo para una región determinada (Feder *et al.*, 1985).

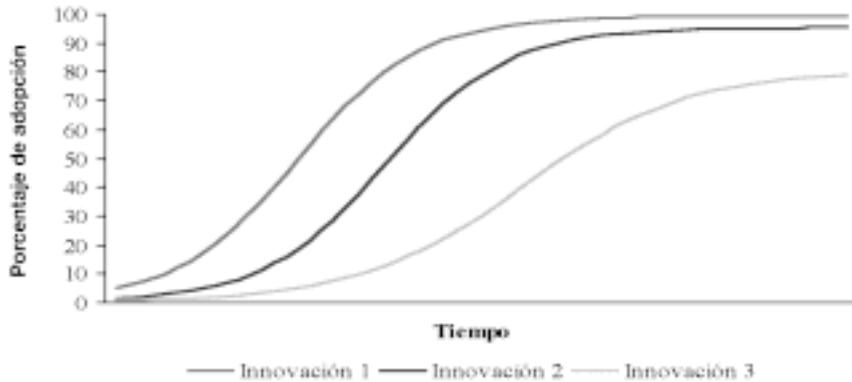
### 2.3.1. Concepto de difusión

La difusión se define como un proceso por el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales y en el tiempo entre los miembros de un sistema social (Rogers, 2003), siendo un tipo especial de comunicación en el que los mensajes versan sobre nuevas ideas. El estudio de la propagación de la adquisición y uso de una nueva tecnología es conocido como el estudio de la difusión tecnológica (Karshenas y Stoneman, 1995) o proceso por el cual las innovaciones, ya sean nuevos productos, procesos o métodos de gestión, se propagan dentro y a través de un sistema productivo. De esta forma, el efecto del cambio tecnológico sobre el estado de este sistema depende, finalmente, del grado con el que son difundidas las innovaciones, siendo la difusión de la tecnología un importante determinante del crecimiento económico (Stoneman, 1986).

La comunicación, como concepto clave de la difusión, es un proceso por el cual las personas interactúan y comparten información con otras para establecer una comprensión mutua. Como una innovación genera incertidumbre, para reducirla se hace necesaria la adquisición de conocimiento a través de la comunicación. Que un individuo o empresa decida adoptar una innovación, y que el beneficio asociado a ésta recaiga sobre él o ella y el sistema social en su conjunto, dependerá de la velocidad con la que una innovación es adoptada (Rogers, 1962; Lindner, 1987). Siendo la innovación, la comunicación, el tiempo y el sistema social los cuatro conceptos clave de la difusión (Rogers, 2003).

La difusión de una innovación entre una población de potenciales adoptantes implica la transición en el tiempo y en un espacio determinado de una situación de incompleto conocimiento a otra donde el conocimiento es perfecto. Este desequilibrio generado por el desarrollo de una nueva tecnología será estabilizado por el proceso de adopción y difusión al ritmo en el que los potenciales adoptantes van adquiriendo conocimiento sobre ella (Schultz, 1975).

Han sido numerosos los patrones de difusión descritos para diferentes innovaciones, y aunque cada uno de ellos sigue una distribución particular, es más frecuente y generalmente aceptado que el patrón temporal de difusión de una innovación, representado como la adopción acumulada en el tiempo, tiene una forma sigmoidea tal y como muestra la Figura 2.4. Inicialmente, sólo unos pocos miembros del sistema social adoptan la innovación, con

**Figura 2.4: PROCESO DE DIFUSIÓN**

Fuente: Adaptado de Rogers (2003).

posterioridad se produce una fase de rápido crecimiento que irá reduciendo su velocidad hasta llegar a una traza asintótica en el techo de difusión. Tanto el techo como la velocidad de adopción se han comportado de forma variable en función del tipo de innovación y de la zona geográfica analizada.

El fenómeno de difusión ha sido analizado desde perspectivas sociales (Rogers, 2003), geográficas (Brown, 1981), y de comportamiento del consumidor (Mahajan *et al.*, 1990a), pero todas han pretendido estudiar la adopción inicial de una innovación por una empresa o individuo y su consecuente propagación (Baptista, 1999). En esta línea, Thirtle y Ruttan (1987) y Mansfield (1961) distinguieron cuatro formas de analizar la difusión temporal:

- Inter-empresas: corresponde a la evolución de la adopción en sentido agregado, o número de empresas que van adoptando.
- Intra-empresa: corresponde a los incrementos de adopción que se van produciendo dentro de la misma empresa. Sólo existe cuando la innovación es divisible.
- Global: Corresponde a la difusión inter-empresas cuando se considera la intensidad de adopción.
- Internacional.

Como se indicó anteriormente, la adopción o proceso individual que un individuo u organización sigue desde que conoce una tecnología hasta que la adopta se estudia desde el punto de vista de la innovatividad. Sin embargo, la difusión o adopción agregada en el tiempo se contempla desde la perspectiva de la tecnología y su tasa de adopción.

### 2.3.2. Tasa de adopción

La tasa o ratio de adopción se define como la velocidad relativa con la que una innovación es adoptada por los miembros de un sistema social (Van den Bulte, 2000). Ha sido medida como el número de individuos que adoptan una nueva idea, en un periodo específico, o por el tiempo requerido para que un porcentaje de miembros de un colectivo adopte la innovación. Es por tanto, un indicador numérico de los diferentes puntos de la curva de difusión para una innovación (Rogers, 1962).

La tasa de adopción es una medida agregada que compara la velocidad con la que se difunden diferentes innovaciones en un sistema o una innovación en distintos colectivos (Gómez, 1986). Aunque no haga referencia a las cualidades de los individuos, se puede estimar la reacción de los potenciales adoptantes frente a la innovación (Rogers, 2003).

La duración del proceso de adopción de una innovación a nivel agregado variará según el cambio de hábitos que implique la adopción y las necesidades de aprendizaje requeridas para su uso. Los atributos percibidos de la innovación que pueden modificar la tasa de velocidad a la que se desarrolla el proceso son: ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, prueba y observabilidad<sup>8</sup> (Rogers, 1995).

Los atributos percibidos de la innovación en los que se han basado numerosas investigaciones han sido:

*Ventaja relativa* o grado en que una innovación es percibida como superior a la idea anterior a la que suplanta. Cuanto mayor sea la ventaja en rentabilidad (precio, rendimiento, coste) o eficiencia (comodidad, facilidad de uso, ahorro de tiempo y trabajo), mayor será la velocidad de adopción.

*Compatibilidad* o grado en el cual una innovación es percibida como consistente con los valores culturales, experiencias previas y necesidades de los potenciales adoptantes. La compatibilidad de una innovación, acorde con las percepciones de los miembros del sistema social, se encuentra positivamente correlacionada con la tasa de adopción.

*Complejidad* o dificultad relativa de comprender el significado y usar la innovación, tal y como ésta es percibida por los miembros del sistema social. Esta percepción de complejidad está negativamente relacionada con la tasa de adopción.

---

<sup>8</sup> En la bibliografía relacionada con el marketing a las dos últimas características se les llama divisibilidad y posibilidad de comunicación, aunque hacen referencia a los mismos atributos.

*Posibilidad de prueba* o grado en el que una innovación puede ser experimentada por los potenciales adoptantes, es decir, la innovación puede ensayarse a pequeña escala o durante un periodo de tiempo sin necesidad de hacer una adopción total irreversible. Estos atributos se encuentran asociados con la divisibilidad del producto aunque no necesariamente la innovación debe de ser divisible para que sea susceptible de prueba. Está positivamente relacionada con el ratio de adopción.

*Observabilidad* o grado en el cual los resultados de la innovación son visibles por otros. En la medida que los resultados de la innovación puedan ser observados de modo evidente, o descritos fácilmente, mayor será la velocidad de adopción.

Rogers (2003) considera que no se deben obviar los atributos percibidos de las innovaciones, ya que estos ayudaran a explicar los ratios de adopción. Las innovaciones que posean una mayor ventaja y compatibilidad y menor complejidad serán adoptadas con mayor velocidad que otras innovaciones, siendo especialmente importantes las dos primeras.

Además de los atributos de la innovación expuestos, existen otras variables que pueden influir en la tasa de adopción, tal es el caso del tipo de decisión implicada en el acto de adoptar. Esta decisión, que puede ser opcional, colectiva o de autoridad, dependiendo de la libertad que tenga el individuo dentro del sistema social y de sus implicaciones con éste (West, 1983; Deepinder *et al.*, 2005; Sarker *et al.*, 2005).

También pueden modificar la velocidad de adopción los canales de comunicación implicados con el sistema, los agentes de cambio con sus promociones y la propia naturaleza del sistema social.

Estos y otros muchos factores se analizarán detalladamente en el siguiente capítulo, así como la forma en la que afectan a la adopción de innovaciones.

## **2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE ADOPCIÓN-DIFUSIÓN**

Para Schultz (1975), la adopción de una innovación implica la transición en el tiempo, y para un espacio determinado, hasta alcanzar una situación de conocimiento perfecto. Por ello, la innovación generará un desequilibrio que será estabilizado por el proceso de adopción y difusión al ritmo en el que los potenciales adoptantes van adquiriendo conocimiento.

Desde esta perspectiva y ante la gran dispersión de enfoques que rodea a los trabajos de adopción y difusión de tecnología, y con base en las distintas clasificaciones que recogen los aspectos analíticos de los diferentes

tipos de trabajos, se propone una clasificación de los anteriores trabajos basada en la estructura inicial de Lindner (1987) y construida sobre los conceptos básicos de adopción y difusión según aparece en la Figura 2.5.

Por un lado, se establece el proceso de adopción desde el punto de vista de la innovatividad, es decir, estudios a nivel micro basados en las características de los potenciales adoptantes y su comportamiento frente a las innovaciones. Dentro de este grupo, las investigaciones realizadas se pueden dividir en dos tipos dependiendo de la perspectiva con la que se analizan.

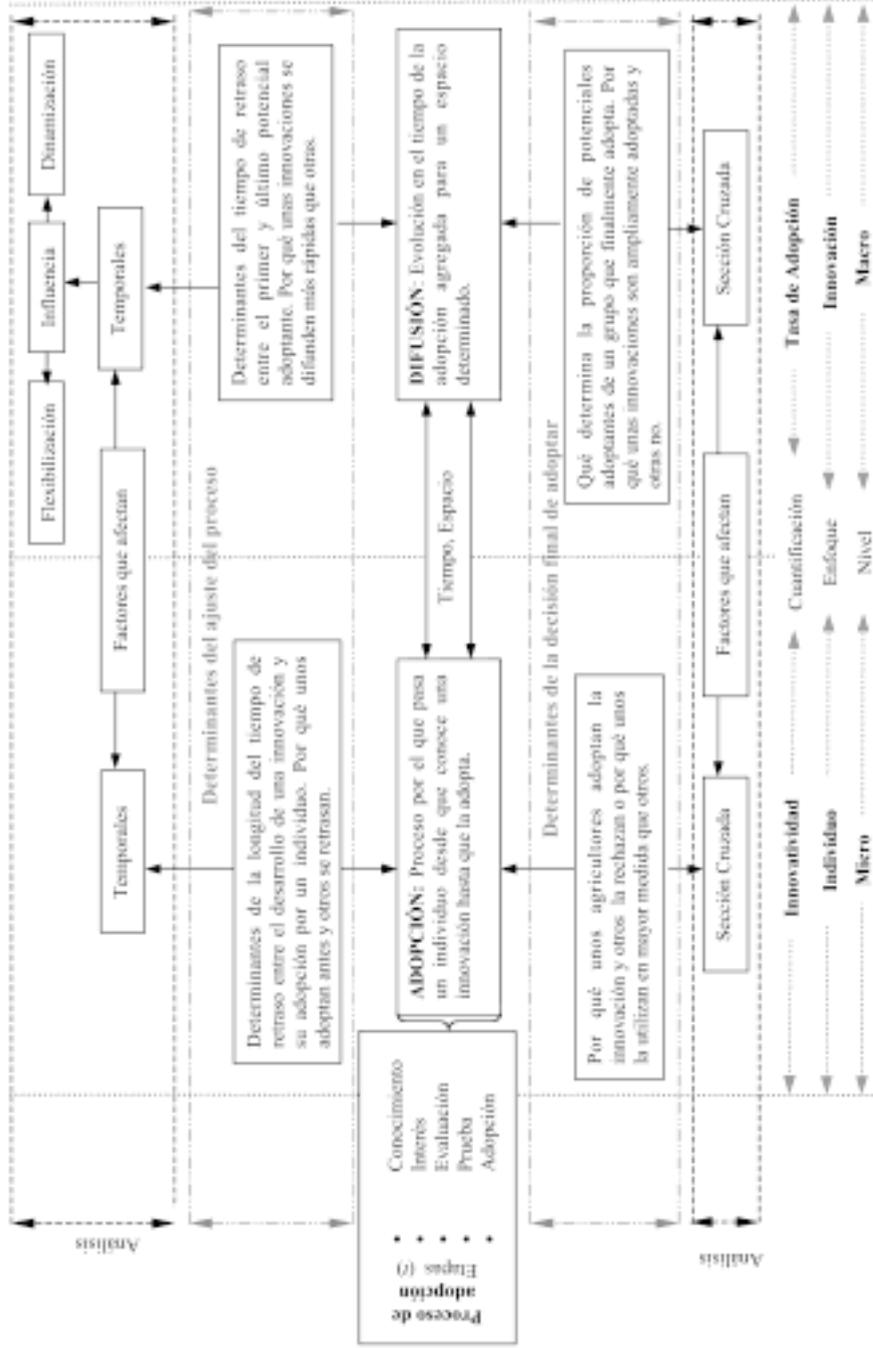
- Estudios de sección cruzada que determinan la decisión final de adoptar o rechazar una innovación y tratan de explicar aquellos factores que han influido en la toma de decisión del individuo.
- Estudios temporales que determinan los ajustes del proceso hacia un equilibrio generado por la aparición de una innovación. Para ello, estos trabajos analizan la longitud del tiempo de retraso existente entre el desarrollo de una innovación y su adopción por un individuo, es decir, por qué unos individuos adoptan rápidamente mientras que otros se retrasan en la adopción.

Por otro lado, se establece el proceso de difusión o adopción a nivel agregado en el tiempo y en el espacio, en el que las investigaciones han sido orientadas hacia el conocimiento de la tasa de adopción y su dependencia de las características de la tecnología. Estos estudios a nivel macro también han sido abordados desde ambas perspectivas, determinando la intensidad de innovación difundida desde un punto de vista estático y estudios orientados al análisis de los determinantes del ajuste del proceso en desequilibrio desde un enfoque temporal.

- Estudios de sección cruzada que determinan la proporción de potenciales adoptantes que finalmente adoptan. Estos trabajos estáticos han sido orientados al conocimiento de la difusión de diferentes tecnologías una vez que el proceso de desequilibrio ha sido ajustado.
- Estudios temporales que determinan el tiempo de retraso entre la adopción de una innovación por el primer y el último miembro del grupo de los potenciales adoptantes que han adoptado, es decir, por qué unas innovaciones se difunden más rápidamente que otras.

En cuanto a la innovatividad, son abundantes los estudios de sección cruzada publicados que han identificado un gran número de variables explicativas sobre la decisión de adoptar, pero han contribuido débilmente a la comprensión del proceso debido a la complejidad de explicar el comporta-

Figura 2.5: MODELOS DE ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA.



miento humano (Lindner, 1987). Igualmente, la clasificación de los adoptantes en dos grupos elimina la diversidad del comportamiento adoptante. Esta diversidad, medida en un momento del tiempo, reflejará la utilidad derivada de adoptar en base a las percepciones y el nivel de conocimiento derivado de éstas que se posee en ese momento. Por ello, habría que esperar a la conclusión del proceso de difusión y ver qué es lo que finalmente ha determinado la adopción de la innovación (Gladwin, 1979) o estructurar el análisis sobre las creencias subjetivas que poseen sobre la innovación los potenciales adoptantes (Adesina y Zinnah, 1993; Adesina y Baiduforson, 1995; Foltz, 2003).

Otra carencia de los modelos individuales estáticos se deriva de la importancia del proceso de aprendizaje dinámico que hay en todo proceso de adopción. Ésta se ha tratado de resolver explicando variables temporales como el retraso que sufren los potenciales adoptantes respecto a los primeros que adoptan la innovación. Con el trabajo de Ryan y Gross (1943) comenzó la contribución a la comprensión del proceso de aprendizaje dinámico midiendo la diferencia de tiempo existente desde que la innovación estaba disponible hasta que el potencial adoptante la conocía. Mas tarde, aparecieron los trabajos que clasificaron a los potenciales adoptantes en categorías según su tiempo de adopción que, además de incluir la variable tiempo, eliminaban la problemática de la clasificación dicotómica y consideraban el carácter temporal subyacente del proceso.

Con posterioridad y en base a los efectos del aprendizaje y de la propagación de la información por contagio, aparecen los modelos de toma de decisiones bajo la incertidumbre generada al aparecer la innovación en el mercado. Si esta innovación es una nueva tecnología, el potencial adoptante tendrá una estimación del beneficio que puede obtener con su uso. Si el beneficio esperado es superior al coste de la tecnología ésta será adoptada. Por lo tanto, la adquisición de información, que acerque al conocimiento de la rentabilidad esperada de la nueva tecnología, será el determinante de la decisión de adoptar. Esta información ha sido modelada siguiendo, generalmente, procesos de actualización Bayesianos en los que, en cada periodo de tiempo, el potencial adoptante decidirá si adopta, rechaza, o espera a tener mayor información de la tecnología (Feder y O'Mara, 1982; Fischer *et al.*, 1996).

Estos cambios de las percepciones derivados del aprendizaje han sido modelados por Lindner *et al.* (1979), Stoneman (1981), Jensen (1982), Chatterjee y Eliashberg (1990) y Dorfman (1996), entre otros, y su coste derivado por Feder y Slade (1984). También han sido modeladas las habilidades y las preferencias sobre el riesgo que poseen los potenciales adoptantes (Abadi

Ghadim y Pannell, 1999; Marra *et al.*, 2003) en un contexto temporal más acorde con el comportamiento humano, en el cual, la información acumulada acerca de la tecnología incrementa el conocimiento del individuo y reduce la incertidumbre inherente a la innovación, ya que si la posesión de información fuera gratuita no tendría sentido retrasar la adopción.

En los años ochenta, acorde con este contexto temporal, aparecen los trabajos de adopción individual que determinan los ajustes del proceso. Estos modelos de duración analizan el tiempo de adopción requerido por un individuo, con unas características concretas, para conocer por qué unos individuos adoptan rápidamente mientras que otros se retrasan. Basados en la determinación de la función de riesgo, Kalbfleisch y Prentice (1980) y Kiefer (1988) explican los determinantes del tiempo de adopción y su importancia relativa. Aunque poco aplicados en agricultura, en los últimos años han aparecido trabajos como los de Souza Filho *et al.* (1999), Fuglie y Kascak (2001), Colman *et al.* (2002), Burton *et al.* (2003), Dadi *et al.* (2004), Abdulai y Huffman (2005), y D'Emden *et al.* (2006) que establecen la probabilidad de que un individuo adopte una determinada tecnología en un momento del tiempo dado. Estos trabajos de adopción, además de utilizar datos de sección cruzada, pueden incorporar series de datos variantes en el tiempo que contribuyen enormemente a la explicación del proceso temporal subyacente del proceso de difusión.

Además, respecto a las regresiones tradicionales alternativas, modelos logit y probit, los modelos de duración ofrecen importantes ventajas como: la posibilidad de usar toda la información de los adoptantes y los no adoptantes cuando hay disponibilidad de datos temporales; la obtención de mejores resultados cuando se observa heterogeneidad en los tiempos de adopción; y la posibilidad de explorar especificaciones alternativas para la curva de difusión en forma de  $S$  (Pindyck y Rubinfeld, 1998; Train, 2003; Abdulai y Huffman, 2005).

En los modelos agregados que determinan la decisión final de adoptar, los cambios de conocimiento son difícilmente explicados en base a datos de sección cruzada y los problemas que presentan son similares a los modelos desagregados que utilizan este tipo de datos. La ventaja de incorporar una variable explicada continua respecto a la binaria se ve contrarrestada con la dificultad de la obtención de los datos para explicar los niveles finales de adopción.

Finalmente, los modelos agregados temporales que determinan el ajuste del proceso, no sólo explican este nivel último de adopción, sino que incorporan la tasa de ajuste dinámica del proceso al nuevo estado de equilibrio,

modelando el proceso de difusión en forma de  $S$  que parte de un origen estimado en base a la expansión final de la tecnología. El objetivo de los modelos de difusión ha sido presentar el nivel de propagación de una innovación en un conjunto dado de posibles adoptantes en el tiempo (Mahajan *et al.*, 1990a).

Estos modelos, fundamentados en la teoría de transmisión por contagio (efectos epidémicos) y en los efectos del aprendizaje en el tiempo, parten de los pioneros Griliches (1957) y Mansfield (1961) que asumen que un potencial adoptante adquirirá la tecnología cuando tenga conocimiento de su existencia y que este conocimiento se transmite por interacción entre los miembros del sistema social. Con base en este soporte teórico, el patrón de difusión en forma de  $S$  está basado en la frecuencia del contacto. Posteriormente, Karshenas y Stoneman (1995) consideraron que el riesgo no solamente era reducido por el incremento del número de adoptantes y consideraron los efectos de la publicidad como fuente de información alternativa; Jensen (1982; 1983) asumió que los potenciales adoptantes eran personas activas y presentaban una motivación hacia la búsqueda de la información; Gold (1980; 1981) contempló que la tecnología iba evolucionando y desarrollándose de forma conjunta al patrón de difusión, y Davies (1979) y Stoneman (1981) que también la rentabilidad asociada a ésta lo hacía.

En principio, este tipo de acercamientos no presentan problemas conceptuales aunque si dificultades para la obtención de los datos necesarios. Sin embargo, estos modelos, que han sido ampliamente utilizados y de los que se han derivado numerosas variaciones, no permiten investigar las variaciones interpersonales del comportamiento adoptante de los individuos.

Las propiedades matemáticas de los modelos de difusión que les permiten una cierta flexibilidad son el punto de inflexión y la simetría, siendo éstas establecidas por las condiciones del modelo. Para que estas propiedades respondan al patrón de difusión se han desarrollado modelos de difusión flexibles, como el de Easingwood *et al.* (1983), que establecen el impacto de la comunicación interpersonal variable en el tiempo de difusión sobre el modelo logístico de respuesta no simétrica (NSRL) propuesto por Easingwood *et al.* (1981). Esta flexibilización también se ha incorporado al modelo Bass asumiendo que el coeficiente de influencia interna cambia con el tiempo (Skiadas, 1985) y considerando las influencias positivas y negativas de los no adoptantes sobre los adoptantes potenciales (Skiadas, 1986). También Bewley y Fiebig (1988) sugirieron el modelo flexible de crecimiento logístico (FLOG), que expresa la variación del coeficiente de influencia interna en función del tiempo.

Cuando se atiende al modelo de difusión básico, el número de potenciales adoptantes en el tiempo es estático, pero desde un punto de vista racional la población es dinámica y, por lo general, creciente. Para Knudson (1991) los modelos estáticos son más apropiados cuando: la innovación es binaria, la cantidad de innovadores es finita y fija, el coeficiente de difusión es fijo en el tiempo, la innovación no se modifica en el tiempo y es independiente de otras innovaciones, solamente se permite una innovación por adoptante, y el sistema geográfico y social se mantiene constante durante el proceso de difusión.

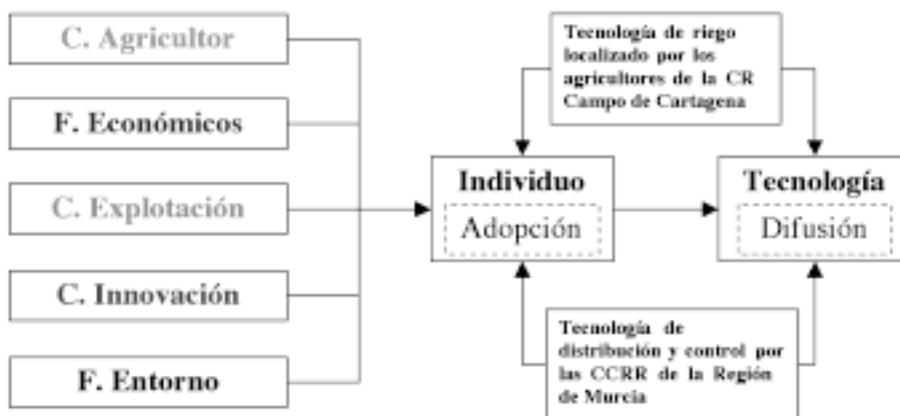
Para resolver estas limitaciones, se han dinamizado los modelos considerando el número de potenciales adoptantes variable en el tiempo (Sharif y Ramanathan, 1981; 1982) y como éste depende de variables relevantes externas (Mahajan y Peterson, 1978; Mahajan *et al.* 1979). Los parámetros que definen la oferta y la demanda de tecnología pueden cambiar igualmente en el tiempo (Dipak *et al.*, 1991), como también lo hará la propia tecnología en sus diferentes generaciones y su precio (Norton y Bass, 1987; 1992).

Otro tipo de trabajos se pueden encontrar en la literatura sobre adopción de innovaciones y más concretamente en la referente a las repercusiones que éstas puedan tener sobre los adoptantes y su entorno social. En estos trabajos predictivos, desarrollados bajo programación matemática, la adopción suele ser medida en base a la variabilidad de los factores de producción y los productos obtenidos por los potenciales adoptantes. Dentro de este tipo de estudios, los efectos de las políticas agrarias *ex-ante* y *ex-post*, han sido intensamente analizados (Varela-Ortega *et al.*, 1998; Berbel y Gómez-Limón, 2000).

Concluyendo, los trabajos de adopción individuales tratan de explicar y modelar el comportamiento de los individuos en base a sus actitudes y percepciones, y los modelos agregados el proceso de aprendizaje subyacente que envuelve al proceso de difusión. De ahí que el uso de un modelo individual que incorpore las percepciones de los individuos y variables que dependan del tiempo de forma conjunta, puede ayudar enormemente a la comprensión del proceso de difusión seguido tanto desde el enfoque de los miembros del sistema social como de la innovación.

Con relación a los objetivos de este trabajo y los contrastes empíricos a realizar para su consecución, se han realizado cuatro modelos enmarcados dentro de los determinantes del ajuste del proceso. Respecto al proceso de adopción, se analiza tanto la adopción de tecnología de distribución y control de agua de riego en las CCR de la Región de Murcia, como la adopción de tecnología de riego localizado por los agricultores de la CR del Campo

**Figura 2.6: MARCO ANALÍTICO DEL TRABAJO**



*Fuente: Elaboración propia.*

de Cartagena. En cuanto al proceso de difusión, se estimará temporalmente la difusión de tecnología de distribución y control de agua de riego seguido por las CCRR y la difusión de la tecnología de riego localizado entre los agricultores de la citada CR (Figura 2.6).

Referente a la adopción de tecnología, tanto de las CCRR como de los agricultores, se identificarán los diferentes factores condicionantes, utilizando modelos de adopción temporales, que determinen la importancia relativa de las variables explicativas sobre la longitud del tiempo de retraso en la adopción utilizando análisis de duración (AD). Por otro lado, la difusión de ambas tecnologías será también analizada con un modelo temporal que determine el tiempo de retraso entre el primer y último potencial adoptante e identifique las fuentes de comunicación que han movido el proceso utilizando los diferentes modelos que así lo explican. Todo ello se podrá ver afectado por: las características del agricultor, los factores económicos, las características de la explotación, las de la propia innovación y los factores del entorno.

Una vez delimitados los conceptos de adopción y difusión de innovaciones y enmarcados los modelos de análisis, en el siguiente capítulo se analizarán los diferentes factores que afectan a la adopción y difusión de innovaciones, de cara a su inclusión en la contrastación empírica de los modelos.



### **3. FACTORES QUE EXPLICAN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES**



Este capítulo está dedicado a analizar los factores que inciden sobre la adopción de innovaciones y sus relaciones con el proceso de adopción.

Cuando una innovación llega al mercado, generalmente en forma de nuevo producto, proceso o técnica, es aceptada en mayor o menor medida según sus potenciales adoptantes consideren que les puede ayudar a conseguir sus objetivos (Pannell *et al.*, 2006). La adopción depende de las expectativas que la innovación genera y lógicamente de los objetivos de los potenciales adoptantes. Ambos, objetivos y expectativas generadas por la innovación, variarán entre los individuos de un sistema social, siendo esta variabilidad la causante de las diferencias entre adoptantes.

Las diferencias existentes entre adoptantes en el tiempo y en el espacio han sido abordadas por los modelos citados en el capítulo 2. Además, existen numerosos factores que explican la adopción de innovaciones, que varían en función de la teoría adoptada y de la innovación analizada.

Al haber sido estudiada la adopción de tecnología en tantas y variadas disciplinas como la economía, la agricultura, la sociología, la psicología, la salud, la comercialización y la antropología, son muchos los factores considerados en los diferentes trabajos de investigación. Sin embargo, dada la importancia que en este trabajo presenta la agricultura, la economía y la sociología rural, serán estos campos en los que se centrarán los factores aquí analizados, teniendo un tratamiento especial aquellos trabajos referentes a la adopción de tecnologías de riego, puesto que ésta será la innovación analizada en este estudio.

Los objetivos seguidos por los agricultores, que en algunos casos serán los de la unidad familiar, han abarcado un amplio rango. Pannell *et al.* (2006), desde una perspectiva multidisciplinar, resaltan:

- a) La salud física y la seguridad financiera.
- b) La mejora y protección del medio ambiente.
- c) La aprobación y aceptación social.

- d) La integridad personal y unos estándares éticos elevados.
- e) Un equilibrio entre el trabajo y el estilo de vida. Aunque estos objetivos se podrían desglosar en otros secundarios más específicos (Makeham y Malcolm, 1993), cabe resaltar que muchos de ellos entran en conflicto mientras que otros se complementan, por lo que los intercambios entre ellos serán necesarios en muchas ocasiones.

### **3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE EXPLICAN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES**

Una vez revisados los conceptos y los modelos sobre adopción y difusión de innovaciones, resulta importante la clasificación de los factores que afectan a la adopción y el conocimiento de cómo éstos influyen. Los estudios sobre adopción de innovaciones han sido tan amplios, como profusos los factores incidentes determinados a través de los modelos desarrollados. Estos factores suelen coincidir en el tipo de incidencia pero se han encontrado contradicciones y complementariedades entre trabajos. Por ello, tras una revisión de las clasificaciones existente, en este libro se realiza una clasificación propia compuesta por grupos de factores que contienen otros más específicos y sus influencias frente a la adopción.

Son varios los autores que han pretendido realizar una clasificación de los factores. Rogers (1962), a partir de su teoría de la difusión en base a la comunicación entre individuos, los clasificó en tres grupos: características socioeconómicas, personalidad y comportamiento comunicativo o social. Posteriormente, Feder *et al.* (1985) establecieron que la adopción de tecnología agraria estaba influida por: el tamaño de la explotación, el riesgo y la incertidumbre, el capital humano, la disponibilidad de trabajo, las restricciones de crédito, la estructura de tenencia de la tierra y las restricciones de la oferta tecnológica. Aunque esta clasificación parece extensa, deja al margen factores que posteriormente se han considerado fundamentales, especialmente en los países desarrollados.

Similar clasificación realizaron Feder y Umali (1993), quienes, tras revisar factores que afectaban a la conservación ambiental, el tamaño o la educación, establecieron dos grandes grupos que llamaron, impacto del clima, e infraestructura e implicaciones de bienestar y equidad. Posteriormente, Abadi Ghadim y Pannell (1999), bajo la perspectiva del riesgo, la incertidumbre y el aprendizaje asociado a las habilidades, concentraban la explicación de la adopción en factores sociales, económicos y demográficos.

Partiendo de que el nuevo producto, proceso o método de gestión es más rentable que el tradicional, Foltz (2003) realizó una clasificación de hipótesis que explican cómo y por qué las innovaciones agrícolas son difundidas en un área determinada. Estas son: la escasez de recursos; las restricciones de capital; los costes de aprendizaje; y la aversión al riesgo. Esta última hipótesis se podría desglosar en dos: cuando la aversión hace referencia a las preferencias por el riesgo que las personas poseen, y cuando el riesgo proviene por el desconocimiento del output que generará la innovación.

Para el estudio de la adopción del tractor en Cataluña, Muñoz (2004) amplió el número de factores y los concentró en cinco grupos basándose en los trabajos de Torralba (1975a; 1975b): factores agroproductivos, económicos, psicosociales, factores del entorno y, finalmente, de tiempo y lugar.

El reciente trabajo de Pannell *et al.* (2006), realizado por economistas, sociólogos rurales y un psicólogo, recoge una amplia clasificación de los factores que nos acercan al conocimiento de la adopción de nuevas prácticas en las explotaciones agrarias. Distingue dos grandes grupos: el primero de ellos engloba los factores personales, sociales, culturales y económicos de los individuos y, el segundo se centra en las características de la innovación, especialmente en la ventaja relativa y en la posibilidad de prueba.

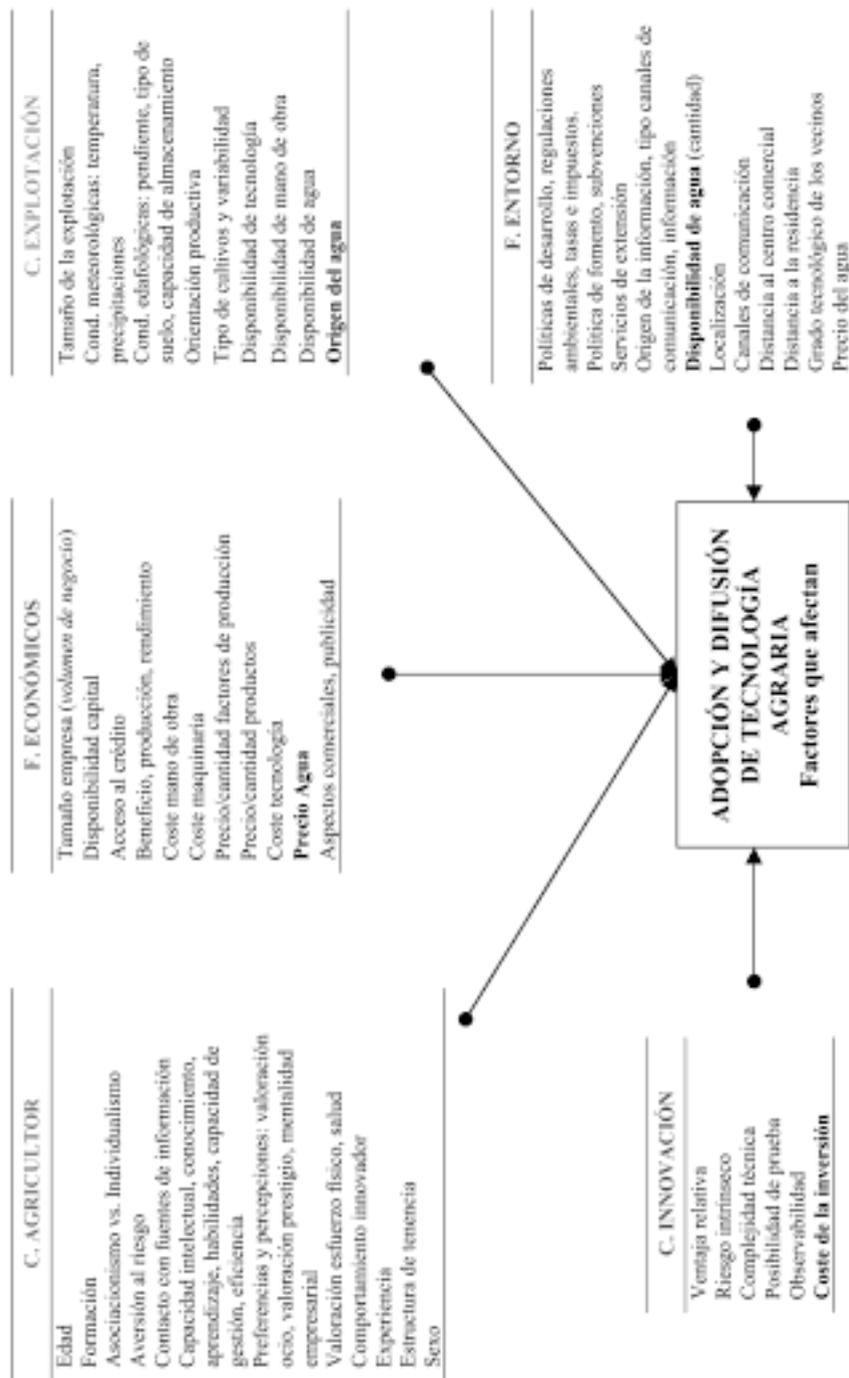
En este libro, se ha realizado un compendio de la mayoría de los factores analizados y se han ordenado en cuatro grandes grupos: características del agricultor, factores económicos, características de la explotación, factores del entorno y características de la innovación. Estos grupos representados en la Figura 3.1 han sido desagregados en factores concretos que, en uno u otro trabajo, han incidido de forma significativa sobre la adopción de innovaciones.

En algunos casos, ha sido difícil establecer si un determinado factor se encontraba en un grupo u otro debido a que tenía cabida en ambos, dependiendo de la perspectiva con la que fue analizado. En este caso, ha sido doblemente incluido y ha resaltado en el grupo considerado más importante para nuestro estudio.

### **3.1.1. Características del agricultor**

El capital humano ha sido intensamente analizado en los estudios de adopción, mostrándose su efecto significativo en la mayoría de ellos, aunque no siempre haya quedado claro su sentido. Variables como la edad han respondido tanto positiva como negativamente de cara a la adopción (Rogers, 2003), y aunque en un principio se pensaba que los agricultores más jóvenes presentaban una mayor atracción por las nuevas tecnologías, los

Figura 3.1: FACTORES QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN Y DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA



numerosos trabajos analizados demuestran que la influencia no siempre presenta el mismo signo (Qaim *et al.*, 2006; Anderson *et al.*, 2005; Baer y Brown, 2006).

La formación de la persona que toma las decisiones en la explotación, bien sea el cabeza de familia o el empresario agrario, se ha encontrado relacionada con la adopción de innovaciones beneficiosas. Así, los individuos que presentan mayor nivel de estudios suelen adoptar con mayor rapidez (Feder *et al.*, 1985; Goodwin y Schroeder, 1994). Un gran número de trabajos han encontrado significativa la influencia de la educación (Ersado *et al.*, 2004; Sidibé, 2005; Baer y Brown, 2006). Recientemente, Marsh *et al.* (2006) han demostrado que, en cuanto a tecnologías complejas se refiere, los individuos con altos niveles de educación retrasan la adopción debido al reconocimiento de las limitaciones de ésta, mientras que Pannell *et al.* (2006) argumentan que más que el nivel de educación lo importante es la participación en cursos de formación relevantes.

Muchos de los avances realizados en la agricultura española han sido debidos al asociacionismo en cualquiera de sus modalidades, ya que éste ha contribuido a la formación de sus socios y al incremento de su bienestar. En cuanto a las cooperativas agrarias de la Región de Murcia, hay que resaltar la gran aportación a la mejora de la eficiencia en la gestión del agua, a través del elevado número de servicios que prestan a sus socios, entre los que destacan, la información, la formación, el suministro, el asesoramiento, la financiación y la innovación (Arcas y Alcón, 2007).

Además, en muchas ocasiones, la cooperativa facilita la innovación y adopción conjunta de los socios (Montero, 1994), y desde la segunda reforma de la PAC y la modificación de la OCM de Frutas y Hortalizas, el asociacionismo entre entidades productoras es necesario para el acceso a los Fondos Operativos<sup>9</sup> de la Unión Europea a través de las Organizaciones de Productores (Arcas *et al.*, 2004). Por ello, el ser miembro de una cooperativa ha impulsado la adopción de innovaciones tal y como demostraron Laajimi y Albisu (1998) en cuanto a técnicas de producción ecológica se refiere, Sidibé (2005) respecto a la adopción de técnicas conservadoras de recursos naturales, y Dinar y Yaron (1990) en tecnologías de riego.

La aversión al riesgo describe la tendencia de los individuos a aceptar o rechazar riesgos en su toma de decisiones, variando el grado de aversión

---

<sup>9</sup> Art. 15 del Reglamento 2200/96 del Consejo, en el que se aprueba la OCM de Frutas y Hortalizas Frescas.

entre los miembros de un sistema social (Pannell *et al.*, 2000; Shrapnel y Davie, 2001). Generalmente las innovaciones reducen los riesgos técnicos con la asunción de riesgos económicos, y en un sector sometido a tanta incertidumbre como el agrícola éstas son adoptadas con mayor celeridad por aquellos agricultores que demuestran poseer mayor aversión al riesgo<sup>10</sup> (Purvis *et al.*, 1995; Franzel *et al.*, 2003; Barrett *et al.*, 2004).

Partiendo de los fundamentos de Rogers (1962), la actitud positiva de los potenciales adoptantes hacia el canal de comunicación resultará clave en la toma de decisiones, al igual que la calidad y fiabilidad de la información. Por ello, un mayor contacto con las fuentes de información y que éstas sean de mayor calidad incrementará la probabilidad de adoptar. Zepeda (1994) encontró que los ganaderos que asistían a reuniones y charlas impartidas por la asociación de mejora del ganado adoptaban con mayor rapidez sistemas de control de la producción lechera. Nkonya *et al.* (1997) mostraron la influencia de esta variable al analizar la intensidad de adopción en el uso de semillas de alto rendimiento y fertilizantes, y Negatu y Parikh (1999) contrastaron que las visitas al centro de la ciudad son altamente significativas en la adopción de semillas de trigo mejorado en Etiopía. El uso de semillas mejoradas en Sierra Leona se encontraba relacionado con las visitas a los servicios de extensión y la participación en talleres de trabajo (Adesina y Zinnah, 1993). Igualmente, la adopción de semillas de maíz en Ghana era dependiente del contacto con los agentes de extensión, puesto que éstos proporcionaban inputs y consejo técnico a los agricultores (Doss y Morris, 2001). Por otro lado, Goodwin y Schroeder (1994) analizaron la asistencia a seminarios de formación como la técnica a adoptar.

Algunos trabajos han postulado como hipótesis de partida la influencia de las capacidades de los individuos: capacidad intelectual, conocimiento, aprendizaje, desarrollo de habilidades, etc. Sin embargo, estas facultades son mayormente desarrolladas en el proceso posterior a la adopción, cuando el agricultor implanta la tecnología y tiene que buscar el mejor uso de ella para alcanzar lo antes posible sus objetivos (Tsur *et al.*, 1990; Abadi Ghadim y Pannell, 1999; Marra *et al.*, 2003). Como resulta difícil medir la capacidad de cada individuo, numerosas variables *proxy* han sido utilizadas. Entre ellas, la educación (Foltz, 2003), la formación en colegios especializados (Rahm y Huffman, 1984), la experiencia de uso, la antigüedad de la tecnología en

---

<sup>10</sup> Tanto el riesgo como la incertidumbre han sido ampliamente modelados en agricultura desde el trabajo de Anderson *et al.* (1977).

la zona, el grado de uso de ésta por los agricultores y en la zona analizada a través del tiempo (Kislev y Shchori-Bachrach, 1973). El desarrollo de las capacidades de cada individuo queda implícito dentro del proceso de conocimiento-adopción expuesto en el capítulo 2, y a través del cual las personas van desarrollando habilidades derivadas del uso y de la observación.

La capacidad de gestionar una explotación agraria también ha sido medida en términos de eficiencia. A pesar de la cuantiosa literatura existente en cuanto a eficiencia basada en el desarrollo de fronteras (tanto paramétrica como no paramétrica), sólo se señalarán aquellos trabajos que han utilizado la eficiencia para explicar la adopción y como ésta ha contribuido de forma positiva a la misma. En el trabajo de Ghosh *et al.* (1994) se midió la eficiencia a través de una frontera estocástica aplicada a los controles del rebaño realizados por ordenador y en el de Monardes (1990) se hizo en base al rendimiento esperado según el grado tecnológico que poseía cada agricultor.

Por otro lado, la eficiencia de uso que un individuo posee sobre una nueva tecnología va incrementando con el tiempo y el manejo, en base al aprendizaje derivado del uso y la acumulación de la experiencia (Feder *et al.*, 1985).

La valoración del ocio, del prestigio de uso de nuevas tecnologías y la mentalidad empresarial son factores derivados de las preferencias y percepciones de los individuos. Los trabajos de Adesina y Zinnah (1993) y Adesina y Baiduforson (1995) explican la adopción de semillas mejoradas en base a estas percepciones, y el trabajo de Smale *et al.* (1994) se centra en el rendimiento esperado por el agricultor de las nuevas y tradicionales variedades de maíz. Es indudable el valor que tienen estas variables porque lo que realmente mueve al individuo es su percepción de la realidad. Ersado *et al.* (2004) analizaron el efecto positivo que la valoración de la salud de la familia tenía sobre la adopción de prácticas que aumentaban la producción y la calidad de la tierra. Por su parte, Rahm y Huffman (1984) encontraron una influencia significativa en el estado de salud y la mentalidad empresarial del agricultor. Para el análisis de la adopción de riego por goteo en Túnez, Foltz (2003) contrastó un modelo econométrico con las percepciones de los agricultores.

La antigüedad, o experiencia como agricultor gestionando la explotación, ha sido un factor analizado con diferentes *proxys*. Mientras que los agricultores más expertos poseen más habilidades y más capacidad para percibir que una innovación es buena y adoptarla, muchos de ellos se muestran reacios a todo aquello que es ajeno al sistema de producción que ellos conocen. Por ello, la experiencia puede tener diferentes influencias sobre la

velocidad de adopción. Shrestha y Gopalakrishnan (1993), en su análisis de elección del riego por goteo en las industrias azucareras de Hawái, encontraron que la edad, como *proxy* de la antigüedad, afectaba de forma significativa y positiva a la adopción.

En cuanto a la elección de tecnologías en explotaciones lecheras, la influencia de la experiencia, aunque no muy importante, era negativa para Zepeda (1994) y en cambio, en el caso de tecnologías ganaderas Staal *et al.* (2002) la encontraron positiva. En tecnología de riego, Dinar y Yaron (1990) encontraron la experiencia positiva al explicar el tiempo de retraso en la adopción, Lin (1991) la encontró también positiva en cuanto a nuevas variedades de arroz en China y, por el contrario, Smale *et al.* (1994) la encontraron negativa. Barrett *et al.* (2004) la analizaron de forma aislada e interactuando con la cantidad de trabajo por superficie y en ambos casos fue positiva. Por último, Goodwin y Schroeder (1994) observaron que los agricultores de mayor experiencia se mostraban más reacios a la asistencia a programas de educación para productores.

Algunas tecnologías no se pueden transportar, por ejemplo, un agricultor realiza un pozo para la extracción de agua subterránea, el pozo requiere una gran inversión y si el terreno donde se realiza no es propiedad del agricultor posiblemente éste no se decida a realizarlo. Por ello, la estructura de tenencia de la tierra en algunas tecnologías ha marcado la pauta del patrón de difusión. Esto lo consideró Foltz (2003) midiendo el porcentaje de tierra que era propiedad de los agricultores pero no obtuvo efectos significativos en la adopción de riego por goteo en el norte de África. Posteriormente, Moreno y Sunding (2005) midieron el valor de la tierra en propiedad y cómo este afectaba a la adopción de diferentes tecnologías de riego y vieron que el efecto era nulo pero significativo. También lo hicieron Ersado *et al.* (2004) observando que cuando los agricultores adoptaban tecnología el efecto era positivo mientras que en el grupo de aquellos que no adoptaban, el efecto era negativo. En la adopción de semillas de maíz mejoradas y el empleo de fertilizantes químicos (Doss y Morris, 2001) el porcentaje de tierra en posesión era siempre positivo y significativo.

Navarro *et al.* (1988a) encuentran una relación positiva entre el régimen de tenencia y la adopción conjunta de tecnología de riego e invernaderos. Arellanes y Lee (2003) analizan la relación positiva de cultivar en tierras propias sobre la adopción de labranza mínima, y Baer y Brown (2006) comprueban que los agricultores que tenían arrendada toda su superficie de cultivo eran más propensos al empleo del comercio electrónico.

Que la variable sexo pueda explicar la adopción de una técnica o tecnología ha sido generalmente estudiado en los países en vías de desarrollo. Ersado *et al.* (2004) encontraron en Etiopía una tendencia positiva de los hombres frente a la adopción de técnicas que mejoran la calidad de la tierra, Doss y Morris (2001) obtuvieron resultados similares en Ghana al estudiar la adopción del maíz. En cambio, Staal *et al.* (2002) no encontraron diferencias significativas en cuanto al sexo se refiere en Kenia, y Franzel *et al.* (2003) no lograron evidencias de asociación entre la riqueza, el género y la plantación en barbechos mejorados.

Las características del agricultor se encuentran estrechamente relacionadas con la hipótesis de costes de aprendizaje propuesta por Foltz (2003), puesto que el capital humano en todas sus vertientes tiene una influencia directa tanto en el aprendizaje como en el desarrollo de habilidades, al igual que la hipótesis de aversión al riesgo desde el punto de vista cognitivo, afectivo y activo.

### **3.1.2. Factores Económicos**

Las decisiones tomadas en una explotación en un periodo de tiempo determinado han sido, en muchos trabajos, fundamentadas en la maximización de la utilidad esperada donde el gestor de la explotación o directivos de la empresa, acorde con sus conocimientos, han tomado las decisiones que maximizaban su utilidad. Por ello, la utilidad o beneficio esperado dependerá de las elecciones que la empresa haga en cuanto a la tecnología empleada, grado de innovación, elección de cultivos, etc., sujeto a las restricciones que este posea (Feder *et al.*, 1985). Lógicamente, estas decisiones implicarán el uso de unas determinadas técnicas, métodos, factores de producción, etc., a diferentes precios de mercado.

No cabe duda que los factores económicos que rodean tanto a la explotación como a la tecnología van a influir de forma significativa en la función de producción de la empresa y, por lo tanto, en la utilidad reportada por la tecnología. Además, los costes y los precios cambian como resultado de las mejoras tecnológicas y de las fluctuaciones de los bienes de capital y, consecuentemente, también se producirán cambios en las cantidades y precios de los productos y los factores de producción demandados.

Como factores económicos se han considerado todos aquellos cuantificables por el agricultor, siempre y cuando haya sido posible. Pannell *et al.* (2006) subrayaron la importancia relativa de los factores económicos que guían la adopción si éstos eran estudiados por economistas o por sociólogos

rurales. Como los primeros consideraban el beneficio económico en sentido amplio y los segundos utilizaban los mismos argumentos para medir beneficios sociales, establecieron el beneficio económico como el percibido por el agricultor.

Bajo estas consideraciones, los factores más usados en la literatura han sido dos, el tamaño de la empresa y el acceso al capital por parte de los potenciales adoptantes (Feder *et al.*, 1985). Generalmente, los grandes agricultores han sido más innovadores debido a que han podido soportar con más facilidad los costes fijos de implantación de la tecnología y han tenido más facilidad para disponer de capital para su adquisición (Feder y Umali, 1993; Zepeda, 1994), aunque en algunas ocasiones se han encontrado resultados contradictorios (Hayami, 1981).

Dependiendo del tipo de tecnología, en muchas ocasiones ésta requiere de un tamaño mínimo para que sea rentable. Por ejemplo, la ejecución y puesta en marcha de un pozo para la extracción de agua subterránea requiere de una gran inversión que, si la explotación no es lo suficientemente grande, difícilmente se amortizará (Dobbs y Foster, 1976; Gafsi y Roe, 1979). Las empresas de alquiler y las cooperativas han contribuido parcialmente a solventar el problema del volumen de negocio necesario para llevar a cabo la inversión (Feder *et al.*, 1985).

El tamaño de la unidad de análisis en términos económicos ha sido medido a través del volumen de negocio de la empresa o explotación, del tamaño de la unidad familiar, del número de cabezas que gestiona el ganadero, etc. Esta variable ha sido interpretada, en muchas ocasiones, como la determinante de otros factores aquí analizados, tales como la riqueza, el acceso al crédito, los factores de producción, la información, etc.

En cuanto a la adopción de variedades de alto rendimiento, Lin (1991) encontró que la adopción del maíz híbrido en China se encontraba altamente influenciada por la superficie cultivada. Negatu y Parikh (1999) obtuvieron resultados similares considerando las percepciones de comercialización de rendimiento esperado y, Marra *et al.* (2001) cuando analizaron la importancia de la calidad de la información acerca del rendimiento de nuevas variedades de algodón y su importancia relativa sobre la decisión de adoptar, encontraron que tanto la superficie cultivada como la sembrada con algodón contribuían de forma significativa y positiva.

Entre los trabajos referentes a la adopción de tecnologías de riego, Dinar y Yaron (1990) apreciaron que la superficie del área cultivada influía con más intensidad sobre la velocidad de adopción de siete tecnologías de riego, que la extensión del área ocupada por éstas. De forma similar, Skaggs (2001),

analizando la adopción de riego localizado entre los agricultores de pimientos chilenos de Nuevo México, encontró que la superficie total cultivada influía positivamente en todos sus modelos.

Los trabajos revisados revelan el tamaño empresarial como antecedente de la adopción de nuevas técnicas de producción ganaderas, de técnicas de formación y gestión de explotaciones agrarias, de técnicas de comercialización alternativas, de procesos industriales y de maquinaria agrícola. Respecto a este último grupo de trabajos, Muñoz (2004) realiza una amplia revisión de la influencia de esta variable sobre la adopción del tractor y comprueba el efecto significativo de la superficie labrada por explotación al analizar la adopción del tractor en Cataluña.

La disponibilidad de capital, además de estudiarse como derivada del tamaño empresarial, también se ha analizado como una variable independiente. Esta disponibilidad puede estar interpretada de dos maneras, o bien que el individuo posea el capital, o bien que pueda acceder a él a través de un crédito. En cualquiera de los casos, la disponibilidad de capital ha contribuido a la expansión de las tecnologías.

Las limitaciones en el acceso al capital que han frenado la difusión de innovaciones han sido encontradas significativas en trabajos sobre adopción de semillas mejoradas (Smale *et al.*, 1994; Negatu y Parikh, 1999), adopción de técnicas que mejoran la producción y gestión ganadera (Ghosh *et al.*, 1994; Hall *et al.*, 2004), técnicas de riego localizado (Foltz, 2003) y técnicas de formación y garantía agrícola (Goodwin y Schroeder, 1994).

Feder (1980) desarrolló un modelo económico de adopción de tecnología en contexto de incertidumbre aplicable a la implantación de variedades de alto rendimiento donde el acceso al crédito, el tamaño empresarial y la aversión al riesgo eran las fuerzas dominantes de la adopción. También Smale *et al.* (1994), basándose en la teoría microeconómica competitiva, comprobaron que las decisiones de asignación de la tierra a nuevas variedades se podían explicar a través de las teorías de los costes fijos, las economías de escala, el comportamiento basado en algoritmos de reducción de riesgo y el aprendizaje, utilizadas todas ellas de forma conjunta. Para ello, además de la experiencia utilizaron variables económicas que representaban el nivel de bienestar del individuo, el acceso al crédito y el dinero disponible por el agricultor al comenzar la campaña, para explicar la problemática de la inversión tecnológica.

Para una misma tecnología, el beneficio ha sido medido como beneficio de la explotación y cómo el beneficio que reportará la adopción de una nueva tecnología. El beneficio de la explotación contribuye con la disponi-

bilidad de capital del agricultor y con ello al acceso a la tecnología, mientras que el beneficio reportado por la nueva tecnología será analizado como ventaja relativa dentro del grupo de características de la innovación. Por ejemplo, para Dinar y Yaron (1990) el rendimiento era medido como toneladas de cítricos por hectárea y afectaba de forma positiva a la proporción de tierra que tenía riego por goteo y a la velocidad con la que ésta había sido adoptada, mientras que para Shrestha y Gopalakrishnan (1993) las diferencias de rendimiento esperadas con la adopción de tecnología de riego localizado, utilizadas como *proxy* de la ganancia, afectaban positivamente al comportamiento adoptante del agricultor.

En la misma línea, Negatu y Parikh (1999) midieron los ingresos de las explotaciones que resultaron favorecer la adopción de forma significativa, Ersado *et al.* (2004) midieron los ingresos totales de la explotación familiar y Hall *et al.* (2004) analizaron tanto los costes como los ingresos desde diferentes escenarios.

También se han encontrado evidencias de que la adopción de tecnología ha sido influenciada por el nivel de productividad actual de agricultor (Rogers, 1962; Feder y Slade, 1984). Zepeda (1994) analizó la productividad y la elección de tecnología de forma conjunta, demostrando que si se analiza solamente cómo la productividad afecta a la adopción tecnología, se introducen sesgos que distorsionan las relaciones entre las variables. Esta elección conjunta ha sido establecida para tecnologías de riego por Moreno y Sunding (2005). También, Negatu y Parikh (1999) analizaron de forma conjunta las percepciones de los agricultores junto a la adopción.

Los rendimientos regionales medidos en un momento del tiempo y cómo incrementan la rentabilidad de la zona analizando la propensión a adoptar productos genéticamente modificados fueron investigados por Marra *et al.* (2001), demostrando que existía un efecto positivo y significativo sobre la propensión a adoptar.

También aparecen en la literatura trabajos como el de Santos (1998) en los que la adopción se basa en conceptos de eficiencia de uso de la tecnología, simulando el rendimiento en función del coeficiente de uniformidad y el sistema de riego.

Como se puede observar, tanto las producciones y sus beneficios asociados han sido amplia y detalladamente estudiadas en la adopción de innovaciones, pero también, aunque con menor frecuencia, los efectos de los factores de producción y sus precios. Importante es que una tecnología sea rentable, pero también lo es, si ésta se adapta a las condiciones agroclimáticas y económicas de la zona donde se introduce. Por ejemplo, si en una

zona determinada la mano de obra es muy cara, o es escasa, los potenciales adoptantes allí ubicados tenderán a adoptar tecnologías que ahorren mano de obra. Esto mismo ocurrirá con los precios de los factores de producción necesarios para el desarrollo de la actividad económica.

El efecto del coste de la mano de obra ha sido analizado en los trabajos de Negri y Brooks (1990) y Foltz (2003) sobre tecnologías de riego, en los de Ransom *et al.* (2003), Hall *et al.* (2004) y Ghosh *et al.* (1994) sobre nuevas técnicas de producción y en los de Qaim *et al.* (2006) y Negatu y Parikh (1999) sobre introducción de nuevos híbridos, encontrando significativo en algunos casos que a mayores precios mayores son las probabilidades de adoptar tecnología.

La existencia de maquinaria, previa a la adopción, suele influir de forma positiva en la adopción de innovaciones que requieren del uso de ésta. Sidibé (2005) utilizó una variable llamada equipamiento agrícola, estimada en función de su valor, que resultó ser significativa, aunque con un efecto nulo sobre la adopción.

Smale *et al.* (1994) analizaron como el elevado precio de los fertilizantes retrasaba la adopción de nuevos híbridos de maíz y como la diferencia de precios de los productos obtenidos con diferentes tecnologías la favorecía. Es decir, los productos obtenidos con nuevas tecnologías se vendían a precios superiores que los producidos con tecnología tradicional. Sobre explotaciones ganaderas, Zepeda (1994) midió el efecto positivo del precio del pienso diario que necesitaba una vaca para conseguir una producción máxima sobre la adopción de tecnologías en explotaciones de vacuno de leche en California y Hall *et al.* (2004) consideraron todos los costes de la cabaña ganadera y como a mayores costes las tasas de adopción aumentaban.

Si atendemos al precio del agua, como factor económico determinante en los trabajos de adopción de tecnologías de riego, se encuentra que en todas aquellas zonas en las que el precio del agua es más elevado, la difusión de tecnología ahorradora del recurso ha sido mucho más rápida que en las zonas donde los agricultores tienen que pagar menos por el agua. Esto ha sido ampliamente corroborado, existiendo un elevado consenso entre autores (Caswell y Zilberman, 1985; Green y Sunding, 1997; Carey y Zilberman, 2002).

Por otro lado, algunos trabajos se han centrado en la incidencia de la publicidad y los aspectos comerciales que promueven la adopción. Estos se encuentra relacionados con los efectos que los medios de comunicación y los agentes de cambio tienen sobre los individuos tal y como demostró Bass (1969) en su modelo inicial y su posteriores refinamientos, extensiones y aplicaciones (Mahajan *et al.*, 1990).

Estas consideraciones económicas, que han sido ampliamente contrastadas, están relacionadas con la hipótesis de restricciones de capital, ya que estas limitaciones, medidas económicamente, han condicionado la velocidad de adopción de una nueva tecnología. Igualmente, los factores económicos soportarán la hipótesis de aversión al riesgo, desde el punto de vista de la variabilidad introducida por la tecnología sobre los productos y sus precios. Aunque el beneficio económico no es el principal objetivo de los agricultores, éste se convierte en una herramienta adecuada para el establecimiento de otros objetivos.

### **3.1.3. Características de la explotación**

La explotación posee unas características físicas y técnicas particulares que numerosos estudios han demostrado que son la clave de la adopción tecnológica. Algunas de las características físicas, también han sido consideradas en los factores económicos cuando se han medido por su valor.

El caso más claro de este grupo de factores es el tamaño de la explotación. Éste posee ventajas como el desarrollo de economías de escala que no serían posibles sin variabilidad en las superficies, y limitaciones como los sesgos introducidos por las externalidades sobre el valor real de la tierra. En este apartado se considerarán los trabajos que han incidido más en el tamaño físico de la explotación respecto al económico.

En cuanto a las tecnologías de riego, este factor ha sido ampliamente analizado por la importancia que tiene el tamaño de la explotación al realizar la instalación de campo y el precio por hectárea de los equipos fijos que se reducirá considerablemente al incrementar el tamaño de las explotaciones. Numerosos autores han encontrado una relación positiva entre el tamaño de la explotación y la adopción de tecnología ahorradora de agua.

El tamaño de la explotación también resultó ser significativo al analizar la adopción de técnicas de producción orgánicas (Anderson *et al.*, 2005), en la adopción de seis técnicas de producción en los invernaderos de Almería (Millan y Ruiz, 1987), así como en otras técnicas de producción (Rahm y Huffman, 1984; Barrett *et al.*, 2004).

En los trabajos referentes a la adopción de nuevas variedades, Feder (1980), Nkonya *et al.* (1997), Marra *et al.* (2001) y Negatu y Parikh (1999) destacaron la importancia del tamaño de la explotación. Respecto a la aplicación de las nuevas tecnologías de la información, Bartolini y Bausola (2001) y Baer y Brown (2006) resaltaron el efecto positivo de esta variable.

Si se atiende a las diferentes condiciones meteorológicas existentes en las distintas zonas de cultivo, éstas pueden ser las que establezcan variabilidad entre explotaciones y el consecuente patrón de difusión espacial, pero en muchas ocasiones, cuando se analiza un área determinada, los microclimas locales pueden ser muy variables pese a la proximidad entre las explotaciones. Por ello, variables como las precipitaciones o la temperatura pueden resultar significativas al analizar la adopción de innovaciones agrarias (Arellanes y Lee, 2003) o los ratios de evaporación al analizar tecnologías de riego (Dinar y Yaron, 1990).

Por otro lado, variables como las características del suelo, pendiente, permeabilidad, calidad, etc. han sido las determinantes del proceso. En tecnología de riego han sido numerosos los trabajos que analizan estos microparámetros a nivel de explotación, tratando de explicar la difusión espacial y temporal de las diferentes tecnologías. En general, la tecnología de riego localizado es mejor aceptada en aquellas zonas donde la pendiente del terreno y la permeabilidad son elevadas y, como consecuencia, la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es reducida.

En esta línea, Green y Sunding (1997) analizan el efecto de la calidad de la tierra y el precio del agua utilizando datos de campo de explotaciones de cítricos y viñas en California. Igualmente Green *et al.* (1996) y Green y Sunding (1997) encontraron significativas las variables que definían la calidad de los suelos como la pendiente o la permeabilidad.

No sólo estos autores han identificado la calidad de la tierra, medida de una u otra manera, como variable decisiva de la adopción de tecnologías ahorradoras de agua, sino que esta influencia también ha sido apoyada por numerosos trabajos, conteniendo los trabajos de Caswell y Zilberman (1985; 1986) los modelos de referencia. Además, trabajos como el de Shah *et al.* (1995) analizan el efecto de la calidad de la tierra utilizando la regla de *Hotelling* y su modelo de agotamiento de recursos aplicado a la tecnología de riego por goteo utilizando agua subterránea.

La orientación productiva de las explotaciones es entendida como la actividad principal de la explotación ya sea esta agrícola, ganadera, pesquera o mixta. Los trabajos estudiados se han basado en orientaciones ganaderas, siendo la explotación lechera la más frecuente y en orientaciones agrarias como los grandes cultivos, la horticultura, los frutales, los viñedos, etc. En muchas ocasiones han sido los diferentes cultivos los que han demandado por sí mismos la tecnología y los que han marcado las diferencias, ya sea por su rentabilidad o por su capacidad de adaptación. En cambio, en otras ocasio-

nes, dentro de una orientación productiva, han sido las nuevas variedades las que se han considerado tecnologías por sí mismas.

La variedad y el ciclo de plantación fueron estudiadas por Shrestha y Gopalakrishnan (1993) al analizar la adopción del riego por goteo en algodón, siendo la primera de ellas altamente significativa.

Los trabajos de Moreno y Sunding (2003; 2005) aportan un modelo anidado en el que se asignan distintas tecnologías de riego en diferentes cultivos de forma simultánea, estimando así las preferencias de los agricultores en base a sus elecciones. Los trabajos de Green *et al.* (1996) y Schuck y Green (2001) utilizan variables dicotómicas que representan los diferentes cultivos para explicar la adopción de tecnología de riego en base al precio del agua y otras características físicas de la explotación.

Lichtenberg (1989) comprueba que los cultivos presentan tendencia a ser implantados en tierras con determinados rangos de calidad y que la introducción del sistema de riego por aspersión llamado centro pivot induce cambios en los patrones de cultivo. Goodwin y Schroeder (1994) después de analizar la adopción de técnicas de comercialización de productos agrarios, las evalúan por cultivos.

La adopción de ciertas tecnologías se realiza dentro de una secuencia de pasos consecutivos, a veces llamado paquetes, que engloba a otras subtecnologías. Por ejemplo, la adopción de insecticidas selectivos requiere de la adopción previa de semillas resistentes a estos insecticidas. De forma similar, la adopción de una tecnología de riego localizado requiere la construcción previa de un embalse, bien por el agricultor o por la comunidad de regantes que le facilita ejercer el derecho a usar el agua, por lo que la disponibilidad previa de tecnología puede condicionar el grado de adopción. En el caso de la adopción de riego por goteo en México, el porcentaje de acequias que poseían las explotaciones se encontraba negativamente relacionado con la adopción de tecnología (Skaggs, 2001), puesto que para el uso de riego localizado es necesaria la conducción del agua a través de tuberías de riego presurizadas. La disponibilidad de tecnología también fue analizada por Doss y Morris (2001) desde el punto de vista de las restricciones que las mujeres agricultoras tenían con respecto al acceso a la tierra, la mano de obra y los servicios de extensión.

Por otro lado, si la tecnología se encuentra fácilmente accesible por los potenciales adoptantes, es más probable que la velocidad de difusión de ésta sea elevada. Si la oferta tecnológica no es capaz de satisfacer la demanda se producen restricciones de mercado ajenas al agricultor. Esto no es muy frecuente en la actualidad, pero se pueden dar situaciones donde las explotaciones presenten restricciones en la demanda.

La disponibilidad de mano de obra es una variable que depende de factores sociales, políticos, estatales, etc., pero la frecuencia con la que la des-población rural ocurre en los países desarrollados provoca ciertas dificultades en cuanto a la disponibilidad de trabajadores se refiere, acentuándose esto cuando la mano de obra requiere de especialización, algo cada día más frecuente en la producción de cultivos intensivos. Con esto, no sería posible adoptar una tecnología si, una vez implantada, no se dispone de personal cualificado para su uso.

La cantidad de trabajo ajeno resultó ser muy importante a la hora de adoptar nuevos métodos de riego y gestión de pesticidas, afectando de forma negativa a los agricultores de pera de Norteamérica (Dorfman, 1996). La tasa de uso de mano de obra por hectárea resultó tener una productividad marginal positiva sobre el rendimiento del arroz cuando se adoptaban sistemas de intensificación del cultivo (Barrett *et al.*, 2004), es decir, cuando se adoptaban técnicas que intensificaban la producción el uso de personal en la explotación, la disponibilidad de mano de obra en la zona era determinante para la obtención de los rendimientos deseados.

Debido a la importancia que el agua presenta en este trabajo, ésta ha sido considerada desde diferentes perspectivas. Por ello, el origen del agua, aunque puede depender del entorno, se ha considerado más importante introducirla como un factor de la explotación, especialmente en la Región de Murcia donde el agua puede proceder desde el cauce del río hasta de una planta desalinizadora de agua. Además, las Administraciones Públicas condicionan el origen del agua a través de las concesiones administrativas que la finca y el agricultor posean.

En algunos casos, cuando los agricultores poseen agua subterránea las instalaciones necesarias para su extracción favorecen la implantación de sistemas de riego presurizado, puesto que el sistema de extracción aporta la presión necesaria para el correcto funcionamiento de la tecnología de riego. En esta línea, Negri y Brooks (1990) comprobaron, a través del empleo de una variable dicotómica, como el acceso al uso de agua superficial, en una zona donde predominaba el uso de agua subterránea, afectaba de forma negativa a la adopción de sistemas de riego por aspersión y de forma positiva al empleo de sistemas de recuperación de drenajes.

La misma variable y similares resultados para la adopción de riego por aspersión se pueden encontrar en el trabajo de Green *et al.* (1996) y en el de Schuck y Green (2001), quienes obtuvieron una influencia positiva de la disponibilidad de agua superficial sobre la adopción de riego por goteo. También Green y Sunding (1997) utilizaron esta variable al analizar la adop-

ción de sistemas de riego de baja presión, observando que afectaba de forma positiva a la adopción y que este efecto era mayor en el cultivo de cítricos que en el de viñedos.

En la misma línea, Moreno y Sunding (2003; 2005) estimaron que, bajo el sistema de riego tradicional, los agricultores que poseían agua superficial tenían tendencia al cultivo de viñas respecto a los frutales, es decir, que el acceso de agua superficial condicionaba la adopción de cultivos con menores necesidades. También esta variable afectaba de forma negativa cuando se analizaba bajo la tecnología de riego por aspersión.

Las comunidades de regantes gestionan caudales de distintas procedencias, especialmente en la Cuenca del Segura donde el agua puede provenir: del río, del Trasvase Tajo-Segura, de acuíferos subterráneos, de estaciones depuradoras de aguas subterráneas y de plantas desaladoras. Además, el agricultor puede tener acceso al uso de agua subterránea a través de derechos ajenos a la comunidad.

En referencia a la clasificación de Foltz (2003), la hipótesis de escasez de recursos se encuentra relacionada con este tipo de características, en el sentido de que la escasez de un recurso guía la adopción de tecnología ahorradora del mismo en la zona. Como ejemplo, la escasez de agua propicia la adopción de tecnologías de riego. La hipótesis de aversión al riesgo, desde la perspectiva de la aversión a la variabilidad de la varianza de los productos, también tendría cabida aquí dado que esta variabilidad se verá afectada por las condiciones locales de cada explotación,

#### **3.1.4. Características de la innovación**

Las percepciones que los potenciales adoptantes poseen sobre las características de la innovación y como éstas afectan a la adopción o rechazo de innovaciones, han sido expuestas en el capítulo 2 al explicar los modelos de adopción desde el punto de vista del individuo y la innovatividad.

Estas características de la innovación han sido incluidas en otros grupos anteriormente citados, pero dada la importancia que poseen por si mismas se ha considerado importante su clasificación como un grupo de factores que afectan a la adopción. Las características de la innovación cobrarán mayor o menor importancia dependiendo de los objetivos del potencial adoptante y del contexto social, biológico, físico y económico del lugar donde se usará.

Tal y como se analizó en el epígrafe 3.1.2, dedicado a los factores económicos, el beneficio subjetivo procedente de la adopción de una innovación, previo a su adopción, es una gran motivación para el potencial adop-

tante a la hora de conseguir sus objetivos. Así, el beneficio obtenido de una nueva tecnología ha sido objeto de estudio desde el punto de vista intrínseco de la utilidad esperada y de la consecuente ventaja relativa que supondría la adopción de una innovación, pudiendo ser ésta analizada desde una perspectiva económica, personal, de la explotación o del entorno. La utilidad que el agricultor espera de la nueva tecnología, aunque ésta sea inobservada, dependerá del beneficio marginal que la nueva tecnología reporta con respecto a la tradicional (Rahm y Huffman, 1984). Bajo esta perspectiva, han sido innumerables los trabajos de adopción realizados, aunque por otro lado, también se han realizado trabajos como el de Carey y Zilberman (2002) donde la adopción viene explicada por criterios netamente económicos, esto es, que la adopción no ocurrirá a menos de que el valor actual neto de adoptar no exceda los costes de la inversión tecnológica.

Esta ventaja relativa, ya sea estimada o percibida, dependerá de un amplio rango de factores económicos, sociales y ambientales al ser analizada a largo plazo. Caswell y Zilberman (1986) encuentran que la principal ventaja de utilizar tecnología de riego proviene del ahorro de agua y la ganancia de bienestar en los agricultores que poseen tierras con baja calidad o aguas subterráneas muy profundas. Caswell *et al.* (1990) perciben la ventaja como un reductor de la contaminación a través de drenajes. Para Purvis *et al.* (1995) la adopción de técnicas de estabulación libre ofrece ventajas de aumento de productividad y reducción de la contaminación de la explotación y Smale *et al.* (1994) utilizaron el rendimiento subjetivo esperado de nuevas y tradicionales variedades de maíz y la varianza de su distribución como ventaja percibida.

Aunque Rogers (2003) consideró que la ventaja relativa y la compatibilidad de la innovación son las dos características más importantes, recientemente Pannell *et al.* (2006) afirman que la ventaja relativa y la posibilidad de prueba son las características de la tecnología que principalmente conducen la adopción. Además, éste trabajo recoge un gran número de ventajas que afectan a la adopción de prácticas de conservación de recursos naturales y anotan que la adopción tiene que ser rentable además de beneficiosa para el medio ambiente para que sea ampliamente adoptada.

En cuanto al riesgo intrínseco asociado a la nueva tecnología, éste ha sido generalmente analizado desde el punto de vista de la variabilidad de los productos o sus beneficios asociados tal y como se expuso en el apartado de factores económicos y características de la explotación. También, la aversión al riesgo de los individuos se encontrará asociada con la complejidad técnica de la innovación.

Así que, dependiendo de si la adopción de tecnología reduce la variabilidad de los ingresos, ésta será adoptada con mayor velocidad por aquellos individuos que tienen mayor necesidad de reducir riesgos (Purvis *et al.*, 1995; Baidu-Forson, 1999).

La complejidad técnica que una tecnología posee puede retrasar su adopción debido a las dificultades por las que tendrá que pasar el adoptante hasta llegar a su correcta utilización. El proceso de aprendizaje en dos fases (pre y post adopción), y la capacidad del agricultor para enfrentarse a las innovaciones, han sido medidos a través de variables *proxy* como la educación y la experiencia. A mayor grado de complejidad las tasas de adopción decrecerán y sólo aquellos individuos que alcancen al grado de conocimiento necesario para el uso de la tecnología procederán a la adquisición de ésta. Las variables *proxy* han sido utilizadas debido a la dificultad de medir el conocimiento de los individuos (Rogers, 2003). El trabajo de Batz *et al.* (1999), de difusión de tecnologías ganaderas, utiliza medidas de complejidad relativa, riesgo relativo e inversión para estimar la tasa de adopción de diecisiete tecnologías en Kenia. Para medir las características de la tecnología propusieron, al personal de extensión de la zona, un sistema de puntuación que evaluaba las diferentes complejidades. Por su parte, Marsh *et al.* (2006) vieron que la complejidad de algunas técnicas agrarias era un impedimento para su adopción.

La complejidad de una innovación puede ser reducida a través de la posibilidad de prueba en aquellas innovaciones donde esto sea posible, bien porque sea divisible o porque la innovación sea facilitada al potencial adoptante durante un periodo de tiempo. Con esta prueba, el potencial adoptante puede desarrollar su habilidad y aprender sobre el desarrollo y manejo óptimo de la innovación reduciendo la incertidumbre inherente a la potencial ventaja relativa (Tonos, 1983). La posibilidad de prueba ayudará al potencial adoptante a tomar una decisión correcta, ofrecerá una oportunidad para desarrollar las habilidades necesarias para utilizar la innovación y reducirá el riesgo de la inversión si la adopción falla debido a la inexperiencia. En el estudio de la adopción de métodos de conservación del agua y del suelo, el ensayo previo a la adopción resultó ser altamente significativo a la hora de adoptar (Sidibe, 2005).

La aversión al riesgo y la incertidumbre inherente a la innovación, citados anteriormente, se verán reducidos a través del ensayo previo a la adopción. La posibilidad de prueba favorece la adopción de innovaciones (Ohlmer *et al.*, 1998) y ésta viene canalizada a través de la divisibilidad y la observabilidad. A mayor observabilidad de los resultados, las necesidades de prueba

serán menores para el desarrollo de los conocimientos necesarios para realizar una correcta elección.

La observabilidad está, igualmente, positivamente relacionada con la adopción propiciando la difusión tecnológica a través del conocimiento adquirido de las observaciones (Shampine, 1998). Además, las observaciones no siempre se derivan de la prueba, sino que en otras muchas ocasiones, éstas provienen de las percepciones visuales hacia los adoptantes.

La característica de la innovación más estudiada ha sido el coste de la inversión y, aunque ya ha sido recogido dentro de los factores económicos, su gran relevancia hace que sea analizado como una de las características de la innovación más importantes.

El precio de la tecnología medido como el coste de la adopción, tiene una relación inversa con la decisión de adoptar debido a que el aumento del precio disminuye la probabilidad de adoptar. Esto ha sido contrastado por Moreno y Sunding (2003; 2005)

La decisión de adoptar ha sido establecida por Caswell y Zilberman (1986) y por Negri y Brooks (1990) en base al beneficio económico que se desprende de la adopción considerando el coste de la inversión. Caswell *et al.* (1990) consideraron los costes de presurización y el coste fijo por superficie según la tecnología aplicada. Para Mapp (1988) el alto coste de la tecnología favorece la transformación de regadíos en secanos aunque apunta que éste puede ser evitado modificando sistemas de regadío existentes. Carey y Zilberman (2002) demuestran la reticencia de los agricultores a realizar la inversión en tecnología y como éstos tratarían de evitarla si se introdujera un mercado de agua. Chatterjee *et al.* (1990) consideran la importancia relativa que los potenciales adoptantes asignan al precio al estimar su función de utilidad, y asume que la adopción será efectiva tan pronto las expectativas del desempeño de la tecnología superen los obstáculos del riesgo y del precio. Lin (1991) al estudiar la adopción de arroz híbrido analiza el precio de la semilla y Qaim *et al.* (2006) el de los fertilizantes y pesticidas asociados a ésta, comparando todos los costes entre el cultivo de algodón normal y el genéticamente modificado y observando como mayores precios retrasan la adopción.

Estas características enlazan con la hipótesis de aversión al riesgo desde el punto de vista de la variabilidad que induciría la adopción de la innovación, es decir, si la adopción incrementa o no la variabilidad de los factores de producción y los productos del potencial adoptante y si ésta induciría la adopción.

### 3.1.5. Factores del entorno

Existen otros factores ajenos al individuo, a la explotación y a las innovaciones disponibles en el mercado, que de forma general afectan a la adopción de innovaciones, puesto que el estar inmerso dentro de un sistema económico, político y social condicionará en mayor o menor medida la adopción y difusión de innovaciones.

Todas las hipótesis planteadas por Foltz (2003) tienen cabida dentro de este grupo debido a la generalidad con la que los factores que lo componen afectan a las decisiones de los individuos. El que un individuo y su explotación se encuentren en un determinado lugar, bajo una situación política concreta y expuesto a unos canales de comunicación característicos de la zona, afectará tanto a la tasa de adopción como al grado de innovatividad de los individuos de la zona.

Cuando en agricultura interviene el Estado para promover o mejorar actividades en una determinada zona, en muchas ocasiones, esta intervención viene acompañada de la adopción de ciertas tecnologías que preservan el medio natural e incrementan el bienestar de los individuos allí ubicados. La existencia de políticas de desarrollo contribuyen a la mejora social de la zona, así como las políticas de fomento basadas generalmente en subvenciones para la realización de actividades o adquisición de bienes, tal y como se expuso en el capítulo 1.

Aunque en la literatura científica se encuentran numerosos trabajos que analizan los impactos de la implantación de políticas, en este trabajo se analizará la influencia que las políticas de desarrollo y fomento de las administraciones públicas han tenido sobre la adopción final de innovaciones agrarias.

Lin (1991) obtuvo que, la obtención de una cuota que el estado proporciona a los cultivadores de arroz aumentaba la probabilidad de adoptar semillas híbridas. Goodwin y Schroeder (1994) analizaron cómo los pagos del gobierno y la contratación de seguros agrarios influía de forma positiva sobre la adopción de técnicas de gestión económicas de los agricultores de Kansas, y Carmona *et al.* (2005), al analizar la difusión de la agricultura ecológica en España, obtuvieron que las subvenciones no afectaban a las decisiones de los agricultores a la hora de adoptar técnicas de producción ecológicas.

Por otro lado, Hall *et al.* (2004) al estimar la matriz de análisis político consideraron el pago de los impuestos, concluyendo que el beneficio social de la adopción de programas de mejora ganadera no era socialmente rentable, y que la adopción reduciría la ineficiencia social.

Las regulaciones derivadas de las políticas agrarias y ambientales han condicionado la difusión de tecnología. El trabajo de Caswell *et al.* (1990) examina las regulaciones ambientales que promueven la conservación de los recursos y la reducción de la polución, analizando su efecto sobre el rendimiento de los cultivos, el uso del agua y la rentabilidad de las explotaciones. Tras considerar las regulaciones del coste de los efluentes procedentes del drenaje y su efecto sobre la adopción de tecnología de riego localizado, concluyen que las consideraciones ambientales pueden llegar a ser el mayor incentivo para la adopción de tecnologías ahorradoras de agua.

Dinar y Yaron (1990) examinaron las intervenciones del Estado para promover la adopción de tecnología de riego, encontrando que el establecimiento del precio y la cantidad de agua que los agricultores pueden utilizar inducirían los niveles de adopción deseados en el área de cultivo de cítricos de Israel.

Cómo afectan los servicios o agencias de extensión a la adopción de innovaciones agrarias ha sido ampliamente estudiado, ya que estos servicios, además de trabajar por los agricultores informando y formando, han ejercido el papel de agente de cambio entre los intereses comunes de la sociedad rural.

Marsh *et al.* (2000) estimaron que aproximadamente el 70% de variabilidad del tiempo de comienzo de la adopción de altramuces en Australia era explicado por las variables que medían la intensidad de los trabajos de extensión. Staal *et al.* (2002) midieron el porcentaje de tierra de la explotación que tenía acceso establecido a los servicios de extensión de la zona, observando que esta variable afectaba de forma positiva a la adopción del cultivo de pienso especializado y de forma negativa al uso de concentrados alimentarios para el ganado, mientras que al uso de técnicas de clasificación de ganado no influía.

Ransom *et al.* (2003) utilizaron una variable dicotómica para medir el contacto con las fuentes de extensión de los productores de maíz y cómo ésta afectaba de forma positiva y significativa al porcentaje de área cultivada con variedades mejoradas en Nepal. Baidu-Forson (1999) midieron los efectos de los servicios de extensión de igual manera que Ransom *et al.* (2003), obteniendo similares resultados al analizar la adopción de técnicas mejoradoras de la gestión del agua y del suelo en Nigeria. Doss y Morris (2001) hicieron lo mismo y obtuvieron similares resultados al analizar la adopción de semillas mejoradas y fertilizantes en Ghana, al igual que Adesina y Zinnah (1993) al estudiar la adopción de variedades de arroz en Sierra Leona.

Otros trabajos como el de Marsh y Pannell (2000) han analizado los cambios en las políticas de extensión llevadas a cabo en el oeste de Australia

y el trabajo de Pannell *et al.* (2006) propone una serie de implicaciones futuras en los servicios de extensión australianos para la consecución de objetivos sociales deseados.

Respecto a los canales de comunicación por los que llega la información a los potenciales adoptantes y el origen de la información comunicada, han sido factores determinantes en la adopción de innovaciones, especialmente desde la perspectiva de la difusión como proceso de comunicación (Rogers, 1962). Como se expuso el capítulo 2, los medios de comunicación interpersonales o internos poseen mayor poder persuasivo que los masivos o externos, aunque los segundos llegan a una mayor audiencia y pueden ser fundamentales a la hora de dar a conocer una innovación. Los primeros adoptantes estarán más influenciados por la publicidad y los imitadores se encontrarán afectados por la comunicación interpersonal con previos adoptantes (Kotler, 1997).

El trabajo realizado en España por García (1977) analiza las fuentes de información que usa el agricultor para investigar el grado de adopción, hallando que las fuentes de información locales (vecinos, familiares y amigos) tienen más importancia que las fuentes cosmopolitas externas (representantes y agentes comerciales, etc.). Además, demuestra que la tasa de adopción de maquinaria varía según el tipo de comunidad, siendo más alta para las comunidades más prósperas, más modernas y mejor comunicadas. En Australia, los folletos, los envíos postales y, sobre todo, la comunicación interpersonal, ha sido el medio de comunicación tradicionalmente usado entre los agricultores (Milne, 1992).

Bartolini y Baussola (2001) midieron el efecto de las fuentes de información externas e internas a través de diferentes ratios que fueron estimados en base al número de empresas del sector que consideraron los diferentes orígenes de la información, por el número total de empresas del sector, y encontraron que las empresas que consideraron las fuentes de información externas incrementaban la probabilidad de innovación en un cuatro por ciento. Por su parte, Chatterjee y Eliashberg (1990) midieron la fiabilidad percibida de la información que recibían los potenciales adoptantes durante el proceso de difusión.

Para Marra *et al.* (2001) la calidad de la información es fundamental a la hora de adoptar nuevas variedades de algodón. Por ello, midieron la información efectiva siguiendo la propuesta de Fischer *et al.* (1996) en la cual las “piezas” de información no son independientes y la cantidad de información efectiva es menor que el total de información disponible para el agricultor en cualquier momento del tiempo, resaltando la importancia de la fuente de información en cuanto a la credibilidad de la misma.

Mary y Longo (1990) analizaron como la exposición y la intensidad de uso de los canales de comunicación masivos y personales afectaban a la adopción de tecnologías de cultivo y ganaderas en Brasil. Mientras que la adopción de nuevas variedades estaba más influenciada por la exposición e intensidad de uso de los medios de comunicación masivos, el primer contacto con las innovaciones provenía principalmente de las relaciones interpersonales. Concluyeron que las redes interpersonales eran más importantes que las fuentes externas y que además generan conocimiento sobre la innovación, mientras que los medios de comunicación masivos eran más importantes a la hora de explicar la adopción de nuevos cultivos, que los canales de comunicación interpersonales.

Uno de los factores determinantes de la adopción de tecnologías de riego es la disponibilidad de agua. La escasez viene determinada por la situación geográfica de la explotación y las posibles fuentes de suministro, el precio y los condicionantes políticos. Mientras que unas explotaciones poseen limitaciones de agua otras disponen de varias fuentes alternativas como la subterránea, la desalada o la residual. Este condicionante ha sido ampliamente analizado, tanto por la cantidad de agua utilizada como por la posibilidad de acceso a otras fuentes, siendo normalmente la escasez de agua un factor acelerador de la adopción de tecnologías ahorradoras de agua.

El origen del agua condiciona la disponibilidad del agua y consecuentemente la escasez. En España todas las aguas son de dominio público y se gestionan y pagan de forma pública. La intervención del estado sobre estas variables, dependiendo del origen del agua, es realizada por medio de las CCHH y se transmite a los agricultores a través de las CCRR. Por ello, el que una explotación se encuentre dentro del perímetro regable de una comunidad de regantes concreta condicionará no solo la facilidad de acceso al agua, sino la adecuación del agricultor a los estatutos de la comunidad y el acatamiento de las disponibilidades y el precio establecido.

El empleo de agua subterránea favorecía la adopción de tecnologías de riego por goteo y aspersión en California debido a la mayor disponibilidad del agua subterránea respecto a la superficial (Caswell y Zilberman, 1985).

Por otro lado, la cantidad de agua asignada por hectárea afectaba a la adopción en el sentido de que a mayor cantidad la adopción era menor (Dinar y Yaron, 1990), debido a que la disponibilidad de agua no transmite a los agricultores la percepción de la escasez (Schaible *et al.*, 1991). Sobre esta idea, pero midiendo la disponibilidad de agua como el empleo de más de una fuente de suministro, Schuck y Green (2001) descubrieron que a mayor disponibilidad la adopción era menor y Qaim *et al.* (2006) estimaron

la influencia positiva del número de riegos por estación al estimar la función de producción del arroz.

A través del valor de opción del agua Carey y Zilberman (2002) afirman, contrariamente a las creencias aportadas por las determinaciones del valor actual neto, que la introducción de mercados de agua retrasará la adopción de aquellos agricultores que les afecta la escasez, debido a que éstos pueden acceder al agua a través del mercado y que en los eventos de mayor escasez, como una sequía, el agricultor tenderá a esperar y retrasará la adopción.

Caswell *et al.* (1986) y Mapp (1988) consideraron la disponibilidad de agua en base al agotamiento de la fuente de suministro, y estimaron que conforme disminuían los recursos del acuífero se incrementaría la adopción de tecnología ahorradora de estos.

Cómo afecta la localización de las explotaciones a la adopción de tecnología ha sido ampliamente estudiado en todo tipo de trabajos de adopción y difusión de tecnologías agrarias desde el trabajo de Griliches (1957), donde se analizaban las diferentes tasas de adopción de maíz híbrido en 5 estados de América y los factores económicos y sociales que las generaban, hasta un gran número de trabajos que utilizan variables dicotómicas que representa diferentes zonas geográficas y su influencia sobre la decisión de adoptar.

Baidu-Forson (1999) comprobó que la localización de las mayores tasas de adopción de tecnología que mejoraba la calidad de la tierra estaba directamente relacionada con aquellos lugares donde los suelos se encontraban más degradados, y Staal *et al.* (2002) que la densidad de población y el distrito donde se ubicaban las explotaciones, afectaban a la adopción de diferentes técnicas ganaderas. El trabajo de Dinar y Yaron (1990) recoge los efectos de la localización como calidad de la tierra, microclima de la zona, adaptabilidad de los cultivos a la zona y restricciones hídricas que ésta posee sobre la adopción de tecnologías de riego. Schaible *et al.* (1991) estimaron la elasticidad de la demanda de agua de riego con y sin restricciones para diferentes estados de América encontrando diferencias significativas entre ellos.

Los intentos de medir los efectos de la localización generalmente han sido llevados a cabo a través de variables *proxy* que han representado localizaciones (Featherstone *et al.*, 1997), medidas de productividad (Feder y Slade, 1984) o han estimado de forma separada estimaciones para diferentes localizaciones (Lapar y Pandey, 1999).

En los últimos años han aparecido trabajos que emplean sistemas de información geográfica para medir las localizaciones y distancias que están contribuyendo a explicar los efectos de la localización (Nelson y Hellerstein,

1997; Verberg y Chen, 2000; Zhang *et al.*, 2002), aunque no siempre se encuentran diferencias significativas con respecto al empleo de datos de sección cruzada (Staal *et al.*, 2002).

En esta línea, algunos autores han considerado que la distancia de la explotación al centro comercial o a la residencia ha afectado a la adopción de tecnologías agrarias, especialmente en los países en vías de desarrollo donde las comunicaciones no se encuentran altamente desarrolladas. Rogers (1983) subrayó que aquellos agricultores que vivían cerca del centro urbano poseían mayores tasas de adopción en sus explotaciones y lo atribuyó a la reducción de gastos en transporte y al incremento de la posibilidad de contacto entre proveedores, agentes de extensión y agricultores. Por otro lado, el autor consideró la posibilidad de que se incrementen las tasas de adopción en las explotaciones más alejadas si con esto se ahorran factores de producción.

El trabajo de Staal *et al.* (2002) abarca un completo análisis de estas variables ya que mide la distancia de la explotación al centro comercial más cercano, tanto para adquisición de suministros como para la venta de la producción, la distancia a la capital del país y a los dos centros urbanos más cercanos. Mientras la distancia a los núcleos urbanos tiene un efecto positivo sobre la adopción, el resto afecta de forma negativa.

También, la distancia a la asociación de campesinos más próxima en dos distritos de Etiopía afectaba de forma positiva a las percepciones de los agricultores hacia las nuevas tecnologías y a la adopción de éstas (Negatu y Parikh, 1999). Asimismo, estos autores midieron las visitas a la ciudad que realizaban los agricultores para vender sus productos y como éstas afectaban de forma negativa a las percepciones de comercialización y posible rendimiento de las nuevas variedades.

Además, Ersado *et al.* (2004) midieron la distancia de las explotaciones al mercado y cómo esta afecta de forma negativa y significativa a la adopción conjunta de técnicas respetuosas con los recursos naturales, y técnicas que mejoraban la producción en Etiopía. Goodwin y Schroeder (1994) encontraron que la distancia al pueblo más cercano afectaba de forma negativa a la intensidad con la que los agricultores asistían a seminarios de formación en Kansas, considerando la asistencia como la tecnología objeto de adopción.

Del trabajo realizado en España por Millán y Ruiz (1987) se desprende que la distancia de los agricultores del campo de Almería a sus invernaderos se encontraba negativamente relacionada con la adopción de planes de riego.

Respecto al grado tecnológico de los vecinos, la información de los años anteriores que perciben los potenciales adoptantes proviene de la experiencia

propia y ajena, por lo que la popularidad de una tecnología contribuye a que los potenciales adoptantes consideren las decisiones de sus vecinos al tomar las suyas propias (Ellison y Fudenberg, 1993). En este sentido, Cochrane (1958) ya apuntó que los agricultores tenían dos opciones, o adoptar la nueva tecnología o ser absorbidos por los vecinos.

Aunque algunos estudios empíricos de adopción han usado la tasa de adopción media en una comunidad o región como indicador del efecto de los vecinos, estos no han tenido en cuenta el grado de satisfacción de los primeros adoptantes (Smale *et al.*, 1994). Case (1992) resaltó la poca influencia que los adoptantes insatisfechos tenían sobre los primeros adoptantes satisfechos, y Zhang *et al.* (2002), con la ayuda de sistemas de información geográfica, analizaron el efecto asimétrico de los vecinos sobre la adopción de variedades de alto rendimiento en India, midiendo el porcentaje medio de adopciones entre las regiones vecinas, comprobando que las regiones cuyos vecinos poseen un rendimiento medio mayor han sido favorecidas en el proceso de difusión.

El trabajo de Marra *et al.* (2001) mide el efecto de los vecinos a través de la popularidad del cultivo, como el porcentaje de algodón mejorado genéticamente en el estado y en la región, y como éste afecta positivamente a la probabilidad de adopción. Finalmente, algunos autores han considerado el efecto de los vecinos a través de la información que llega a los agricultores y el sesgo que ésta posee (Lindner *et al.*, 1979; Fischer *et al.*, 1996).

La inclusión del precio del agua en este grupo ha sido considerada debido a la relevancia de las instituciones gubernamentales en su fijación. Al no existir un mercado establecido del agua en España, las CCHH, como organismos encargados de gestionar el agua a nivel de cuenca, establecen el precio <sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> El precio del agua se derivaría de un intercambio entre un comprador y vendedor, pero en España el precio del agua viene establecido administrativamente por la tarifa del agua (ver capítulo 1).

## 4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO EMPÍRICO



En objetivo de este capítulo es describir la metodología del estudio empírico utilizada para la obtención de los datos y su posterior análisis. Así mismo, se describen las poblaciones analizadas y las muestras recabadas y se explica la metodología seguida para la obtención de la información y el desarrollo empírico de los modelos contrastados.

Para llevar a cabo el análisis de adopción de tecnologías relacionadas con el riego han sido utilizadas dos muestras derivadas de dos poblaciones distintas. Por un lado, para el análisis de la adopción de tecnología de distribución, gestión y control de agua, la población objeto de estudio la componen las CCRR de la Región de Murcia, mientras que para analizar la adopción de tecnología de riego localizado la población está formada por los agricultores de la CR del Campo de Cartagena.

Con la finalidad de recabar los datos necesarios, se han utilizado dos cuestionarios que se describirán a continuación. Igualmente se desarrollará la estructura matemática de los modelos planteados.

#### **4.1. POBLACIÓN DE LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Una de las poblaciones objeto de estudio corresponde a las CCRR de la Región de Murcia, como organismos gestores encargados de distribuir de forma equitativa el agua disponible para riego entre los regantes que las componen.

Dentro de la Cuenca del Segura, la Región de Murcia con 1.115.000 hectáreas ocupa la mayor parte del territorio, abarcando un 59% de la superficie total (CHS, 1997). Las tierras de cultivo de la Región cubren una superficie de 606.014 hectáreas de las cuales 192.280 hectáreas<sup>12</sup> son de

---

<sup>12</sup> Existe variabilidad en cuanto a la superficie regada dependiendo de la fuente consultada.

regadío. Estas tierras regables están ocupadas por cultivos leñosos en el 51,3%, mientras que el resto lo están por cultivos herbáceos (CARM, 2005).

Se pueden encontrar diferentes tipos de regadíos en la Región dependiendo de las características de la zona del origen del agua y de la infraestructura hidráulica empleada, aunque con frecuencia aparecen varios tipos dentro de una misma zona. Los cuatro tipos de regadíos más característicos son:

- a) Regadíos tradicionales, legalizaciones y ampliaciones de las Vegas del Segura (contempladas en el Decreto de 25 de abril de 1953).
- b) Regadíos creados con aguas procedentes del Trasvase Tajo-Segura.
- c) Regadíos que se abastecen con aguas subterráneas.
- d) Regadíos abastecidos con la reutilización de recursos.

La Cuenca del Segura está formada por 64 unidades de demanda agraria (UDAs), que concentran principalmente su superficie en la Vega del Segura, el Valle del Guadalentín y el Campo de Cartagena. Cuarenta y tres de ellas se encuentran dentro de la Región formando siete agrupaciones de UDAs llamadas macroUDAs. Dentro de cada una de ellas los cultivos presentan un comportamiento agronómico e hídrico similar. La ubicación de las macroUDAs se puede apreciar en la Figura 4.1 y son: Vega Alta, Vega Media, Zona Centro 1, Zona Centro 2, Zona Litoral, Zona Noroeste y Zona Noreste <sup>13</sup>.

#### **4.2. POBLACIÓN DE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

La elección de esta CR ha sido, no sólo por su tamaño y el alto grado de modernización que posee, si no también por la dinamicidad que los agricultores y gestores que la componen han demostrado a lo largo del tiempo. Además, podría decirse que el ciclo de difusión tecnológica ha llegado a su techo, lo que reafirmará las conclusiones obtenidas, dado que se podrá analizar en el tiempo el desarrollo completo del patrón de difusión seguido por la comunidad.

La CR del Campo de Cartagena, una de las más grandes y tecnificadas de Europa, proviene de un Heredamiento de aguas del año 1952. Tras la llegada de las aguas del trasvase y su constitución como tal en 1980, com-

---

<sup>13</sup> Una descripción detallada de los distintos tipos de regadíos y macorUDAs se puede encontrar en Alcón et al. (2004) y Alcón (2004).

**Figura 4.1: REGADÍOS DE LA REGIÓN DE MURCIA  
Y MACROUDAS QUE LOS COMPONEN**



*Fuente: Elaboración propia a partir de CHS (1997).*

prende en su perímetro regable 37.433 hectáreas divididas en tres zonas (Oriental, Occidental y Cota.120) y treinta y tres sectores tal y como muestra la Figura 4.2.

Del total de superficie cultivada a fecha 14 de junio de 2005, 22.685 hectáreas se encuentran cultivadas por hortalizas (51%), cítricos (35%) y frutales (8%), con un 11% de estos cultivos bajo invernaderos. Esta CR posee modernos sistemas de gestión del agua a la demanda, en función de las disponibilidades del agricultor, y cuenta con un 92% de sus tierras cultivadas con riego localizado.

Esta CR comprende los términos municipales de Cartagena, Fuente Alamo, Torre Pacheco, Los Alcázares, San Javier, San Pedro del Pinatar, Murcia y Pilar de la Horadada. Tras la contrastación de los datos suministrados por la propia comunidad con las estadísticas regionales (CARM, 2005), se han elegido los primeros debido al sesgo introducido por solapamiento de otras CCRR con algunos municipios y a la precisión mostrada por los de la CR.



### 4.3.1. Procedimiento para su elaboración

El proceso seguido para la elaboración de los cuestionarios consta de las siguientes fases:

1. Antes de la confección del cuestionario, y siguiendo a Phillips (1981), se han realizado una serie de entrevistas a informadores clave, como investigadores en el área de economía agraria, gerentes de dos CCRR, el presidente del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, dos directivos de organizaciones empresariales y varios agricultores. Estas reuniones aportaron una gran cantidad de ideas, comentarios y sugerencias que permitieron tener un mayor conocimiento de la problemática de las relaciones objeto de análisis y, por consiguiente, una mejor aproximación al problema estudiado.
2. Una vez realizadas las primeras versiones de los cuestionarios, éstos fueron sometidos a una prueba preliminar. Para ello, el cuestionario dirigido a las CCRR se ensayó con dos de ellas antes de su versión definitiva, mientras que los cuestionarios dirigidos a los Agricultores de la CR se realizaron a una muestra de quince de ellos y al gerente de la CR. Esto fue determinante para comprobar la oportunidad y validez de las preguntas y escalas utilizadas, e identificar posibles ambigüedades de redacción u otros problemas potenciales. Además, permitió la incorporación de nuevos ítem y la elección de los más adecuados para medir los conceptos deseados.
3. Tras la ejecución del pretest, y una vez corregidos los errores detectados e incorporadas las sugerencias relevantes, los cuestionarios definitivos fueron confeccionados. En éstos aparecen unos grupos de preguntas orientados a la recogida de información relativa a las características de las muestras, a las variables de los modelos que se pretenden medir (factores) y otras variables para tener un mayor conocimiento de la situación actual (Tabla 4.1, Tabla 4.2).

### 4.3.2. Escalas utilizadas

Las escalas utilizadas para medir las variables de los modelos son congruentes con los conceptos y dimensiones establecidas en capítulos anteriores. Estas escalas proceden, en su mayoría, de la literatura existente y han sido adaptadas a las particularidades de este estudio y, en menor medida, creadas siguiendo la metodología propuesta por Churchill (1979). Esta forma de proceder aproxima a la validez de contenido, recogiendo el instrumento de medida todo el significado o contenido del concepto.

**Tabla 4.1: ORIENTACIÓN DE LOS GRUPOS DE PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO DIRIGIDO A LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Nº de preguntas	Grupos de preguntas	
14	A	Datos básicos de la CR
12	B	Información referente al suministro de agua de la CR
15	C	Características del suministro de agua a los agricultores (sistemas de riego, funcionamiento de estos y tarifas)
15	D	Características de la tecnología existente y futuras adopciones
20	E	Cuestiones generales

**Tabla 4.2: ORIENTACIÓN DE LOS GRUPOS DE PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

Nº de preguntas	Grupos de preguntas	
29	A	Características generales del agricultor y de la explotación
23	B	Comportamiento del agricultor frente a la tecnología de riego
18	C	Características de la instalación de riego
21	D	Preferencias de los agricultores a la hora de adoptar

Para medir los conceptos que constituyen el modelo se han utilizado tanto variables cuantitativas como la edad, superficie, etc., y variables cualitativas como el nivel de estudios, y la presencia o ausencia de algún elemento tecnológico que posteriormente han sido codificadas, y ante el consenso general de que las percepciones y actitudes no pueden ser medidas de forma directa (Lastovicka *et al.*, 1991), para el conocimiento de las preferencias de los agricultores se han utilizado escalas multi-ítem de clasificación por categorías de diez puntos, ampliamente aceptadas por los investigadores para evaluar conceptos como los que nos ocupan. En la Tabla 4.3 se describirán las variables medidas en los diferentes grupos de preguntas del cuestionario dirigido a las CCRR de la Región de Murcia y su dimensión, y en la Tabla 4.4 las variables recogidas por los cuestionarios dirigidos a los agricultores de la CCRR del Campo de Cartagena.

Tal y como se desprende del capítulo 3, casi la totalidad de las variables recogidas en los cuestionarios han sido utilizadas por otros autores en los

**Tabla 4.3: VARIABLES MEDIDAS Y SU DIMENSIÓN  
EN LOS GRUPOS DE PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO  
DIRIGIDO A LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

<b>Nº de preguntas</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>
<b>A</b>	<b>Datos básicos de la CR</b>	
1	Origen del agua	Discreta
2	Fecha de creación/ constituida nueva	Continua/ dicotómica
1	Términos municipales que abarca	Discreta
4	Concesiones, infraestructura básica, financiación, legislación	Abiertas/continuas
2	Superficie de riego	Continua
1	Número de socios	Continua
1	Estructura de las explotaciones	Continua
2	Cultivos y tendencias	Discreta
<b>B</b>	<b>Información referente al suministro de agua de la CR</b>	
1	Garantía de suministro	Continua
5	Otros suministros	Continua
6	Características del agua depurada/ desalada	Abiertas/ continuas
<b>C</b>	<b>Características del suministro de agua a los agricultores (sistemas de riego, funcionamiento de éstos y tarifas)</b>	
3	Sistemas de riego de la comunidad	Continua
2	Consecuencias de la adopción	Dicotómica
3	Dotaciones según sistema de riego y cultivo	Continua
3	Control de los consumos	Abierta
1	Organización del riego	Discreta
5	Tarifas según tipo de agua	Continua
<b>D</b>	<b>Características de la tecnología existente y futuras adopciones</b>	
3	Descripción de la tecnología existente	Abierta
1	Pérdidas estimadas	Continua
5	Planes de modernización previstos o realizados, fecha, alcance, financiación, etc.	Continua
6	Características de la instalación fija	Continua
<b>E</b>	<b>Cuestiones generales</b>	
4	Principales preocupaciones de la explotación	Abiertas
2	Posibilidad de ahorrar agua y actuaciones	Dicotómica/ abierta
1	Relación con el organismo de cuenca	Dicotómica
5	Causas de abandono de la superficie regable	continua
6	Existencia de cesiones o venta de agua	Dicotómica
2	Precios del agua en las cesiones	Continua
2	Ventajas e inconvenientes de los mercados de aguas	Abierta

**Tabla 4.4: VARIABLES MEDIDAS Y DIMENSIÓN EN LOS GRUPOS DE PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

Nº de preguntas	VARIABLES	DIMENSIÓN
<b>A</b>	<b>Características generales del agricultor y de la explotación</b>	
2	Tamaño de la explotación y número de parcelas	Continua
1	Edad del agricultor	Continua
1	Nivel de estudios	Discreta
1	Relevo generacional	Dicotómica
3	Estructura de tenencia de la propiedad	Continua
1	Dedicación a la actividad	Dicotómica
3	Ingresos procedentes de la agricultura	Continua
1	Control contable de la explotación	Dicotómica
2	Pertenencia a cooperativas y grado de satisfacción	Dicotómica/multi-ítem
2	Trabajadores en la explotación (familiar y asalariado)	Continua
1	Disponibilidad a asumir riesgos en la agricultura	Multi-ítem
1	Disponibilidad a asumir riegos en los sistemas de riego	Multi-ítem
1	Valoración de las pérdidas derivadas de la escasez	Multi-ítem
9	Características de los cultivos	—
<b>B</b>	<b>Comportamiento del agricultor frente a la tecnología de riego</b>	
4	Identificación de las etapas del periodo de adopción	Continua
1-4	Gradualidad de la adopción	Continua
1	Conformación del proceso	Multi-ítem
1	Disponibilidad a adoptar en el futuro si es no adoptante	Dicotómica
1	Antigüedad de la tecnología en la zona	Continua
1	Grado de innovatividad	Discreta
2	Recomienda o ha recomendado la tecnología	Dicotómica
1	Posibilidad de acceso al crédito	Multi-ítem
1	Disposición al endeudamiento	Multi-ítem
3	Origen de la información referente a la tecnología	Discreta
2	Grado de reunión con otros agricultores	Discreta
2	Interés por la formación agraria	Discreta
2	Origen del agua utilizada en la explotación	Continua
<b>C</b>	<b>Características de la instalación de riego</b>	
3	Poseción de embalse de almacenamiento/capacidad/satisfacción	Dicotómica/continua
12	Poseción de los diferentes elementos del cabezal de riego y automatización de cada uno de ellos	Discreta
2	Utilización de nuevas tecnologías aplicadas al riego	Dicotómica
1	Percepción de ayudas	Dicotómica
<b>D</b>	<b>Preferencias de los agricultores a la hora de adoptar</b>	
13	Valoración de los motivos que lo indujeron a adoptar	Multi-ítem
8	Importancia de problemas existentes a la hora de adoptar	Multi-ítem

diferentes trabajos de investigación revisados, especialmente aquellas relacionadas con la tecnología de riego, el agua y los agricultores. En cuanto al cuestionario dirigido a las CCRR se realizaron un gran número de preguntas que recogieran la información necesaria para conocer el funcionamiento y gestión de las CCRR, debido a la falta de publicaciones relacionadas con las CCRR y su gestión. Esto ha permitido plantear de forma más precisa la investigación empírica.

#### 4.4. RECOGIDA DE INFORMACIÓN

La recogida de información necesaria para contrastar los modelos propuestos <sup>14</sup>, se realizó durante el periodo comprendido entre enero y marzo de 2004 para las CCRR. En cuanto a la adopción de tecnología de riego por los agricultores, se realizó durante el verano-otoño de 2005. Para la obtención de la información de las CCRR se siguieron las siguientes fases:

1. Se contactó con la Confederación Hidrográfica del Segura y la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente <sup>15</sup> para obtener el censo de las CCRR y su importancia dentro de cada una de las zonas regables <sup>16</sup>.
2. Posteriormente, se contactó con los presidentes de las CCRR seleccionadas en cada macroUDA y tras explicarle el objetivo de las encuestas se les solicitó una entrevista.
3. El encuestador entrevistaba personalmente en la sede de las CCRR a los presidentes o gerentes de éstas.

Las CCRR de la Región de Murcia y los agricultores de la CR del Campo de Cartagena, componen los universos a estudiar, siendo la CR, independientemente de sus características, la unidad muestral enmarcada dentro del sistema de gestión hidrográfico de la Región, y el agricultor que gestiona una explotación, independientemente del número de parcelas que posea, la unidad muestral enmarcada dentro del sector agrario.

Con el objetivo de extraer una parte del colectivo total a estudiar que permita inferir los resultados a la población objeto de estudio, y establecida

---

<sup>14</sup> Dentro del Proyecto I+D+I de referencia AGL 2002-04251-C03-01, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y los Fondos FEDER.

<sup>15</sup> Actualmente, Consejería de Agricultura y Agua.

<sup>16</sup> Se analizó el censo de la CHS y el de la CARM.

ésta como todas las CCRR de la Región o todos los regantes de la comunidad, se considerarán las unidades de muestreo como centros decisionales, ya que de ellos depende la toma de decisión en la gestión y uso de los recursos dentro de cada CCRR o explotación.

Para la obtención de información de los agricultores se siguieron las siguientes fases:

1. Se contactó con la propia CR, y tras informarles del objetivo del trabajo, mostraron un elevado interés en él y facilitaron una base de datos con la ubicación, superficie, cultivos y sistemas de riego de las parcelas.
2. Posteriormente, se contactó con las casetas de riego que la comunidad posee en campo, y a las que los agricultores acceden para realizar sus peticiones de riego. Los celadores de la CR encargados de cada una de las casetas invitaban al agricultor a realizar la entrevista transmitiéndole la confianza necesaria y la seriedad de la misma.
3. El encuestador entrevistaba personalmente y de forma aleatoria a los agricultores que accedían a la caseta, si es que estos no presentaban ningún inconveniente.

La sequía que azotaba España en los años de la toma de datos condicionó la realización de los cuestionarios, puesto que la intermitencia del abastecimiento retrasaba la asistencia de los agricultores a las casetas. Por ello, para los agricultores de los sectores 3, 4 y 5 las encuestas (58) se realizaron telefónicamente.

Referente a las CCRR, en el muestreo se pretendió buscar una máxima representación de las diferentes zonas de regadío en función del número de UDAs que componen la macroUDA. Los datos obtenidos para el estudio provienen de las entrevistas personales con los dirigentes de 29 CCRR de la Región de Murcia. Las 86.656 hectáreas abarcadas en la encuesta representan un 64,5% de la superficie regable de la Región, afecta a más de 67.000 regantes y recoge todas las zonas regables con sus diferentes tipos de agua.

La dificultad de esta toma de datos fue debida a la dispersión y escasez de información, y aunque las CCRR encuestadas no son altamente significativas en número, sí que lo son en cuanto a la superficie y el número de comuneros que abarca. Además, la significatividad de la muestra cobra más importancia si se considera que el único trabajo realizado en España sobre CCRR (Sumpsi *et al.*, 1998) solamente analiza a 15 de ellas para toda España. La distribución de las encuestas se realizó según la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5: NÚMERO DE CCRR ENCUESTADAS POR MACROUDA**

<b>macroUDA</b>	<b>Nº UDAs</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porc. Acum.</b>
Vega Alta	5	1	3,45	3,45
Vega Media	2	1	3,45	6,90
Zona Centro 1	13	9	31,03	37,93
Zona Centro 2	6	4	13,79	51,72
Zona Litoral	5	3	10,34	62,07
Zona Noroeste	7	6	20,69	82,76
Zona Noreste	3	5	17,24	100
Total	41	29	100	

Por otro lado, para los agricultores, el muestreo realizado ha sido probabilístico y estratificado, para el cual la población fue dividida entre los sectores hidráulicos establecidos por la CR, donde se ubicaban físicamente las parcelas. Dentro de cada sector se agruparon las parcelas por grupos de cultivo, distinguiéndose dentro de cada grupo el sistema de riego empleado, creándose así los diferentes estratos. Como algunos cultivos se realizan bajo diferentes modalidades y, en la mayoría de los casos, bajo riego localizado, se distinguió dentro de este sistema de riego el método de cultivo en invernadero y al aire libre, obteniéndose así unos estratos más definidos, tal y como muestra la estructura de clasificación de la Tabla 4.6. La inclusión de los encuestados en esta clasificación se ajustó perfectamente en más del 90% de los sectores.

La afijación proporcional con el tamaño muestral de cada estrato es proporcional al tamaño de éste. Por ello, dentro de cada uno, se selecciona el número de encuestas que le corresponden en base al tamaño de la muestra y de forma proporcional al tamaño poblacional. Cuando hay más de una unidad por estrato, se han agrupado ordenadamente las explotaciones según su tamaño, realizándose tantos tramos como encuestas a realizar. De cada tramo, se ha seleccionado aleatoriamente una explotación cuya superficie se encuentre comprendida entre los tamaños de explotación que definen los extremos del tramo, consiguiendo así la máxima representatividad del tamaño de la unidad decisional dentro de cada estrato.

Partiendo de una población finita de 3.237 unidades de decisión<sup>17</sup>, para un intervalo de confianza del 95,5% y un error muestral del 5%, se selec-

<sup>17</sup> El total absoluto de la CR es de 4.626, pero han sido descartadas aquellas explotaciones que tradicionalmente cultivaban en secano. Si se hubiesen incluido el tamaño muestral en las mismas condiciones sería de 369 agricultores.

**Tabla 4.6: ESTRATOS DEL MUESTREO  
Y NÚMERO DE EXPLOTACIONES QUE LO COMPONEN**

	<b>Cultivos</b>	<b>S. riego</b>	<b>Modalidad</b>
	Hortícolas (1462)	Superficial (84) Localizado (1370)	Invernadero (451) Aire libre (919)
	Citricos (1574)	Superficial (399) Localizado (1168)	
Zonas (3)	Frutales (1388)	Superficial (536) Localizado (840)	
Sectores (33)	Industriales (78)	Superficial (4) Localizado (73)	
	Ornamentales (58)	Superficial (6) Localizado (52)	Invernadero (24) Aire libre (28)
	Cereales (22)	Superficial (3) Localizado (14)	

cionó una muestra de 360 explotaciones agrarias para el caso más desfavorable.

#### **4.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS UTILIZADAS**

Se describirán, sobre los datos proporcionados por los cuestionarios, las principales características de las poblaciones estudiadas, además de las características políticas y estructurales de la zona objeto de estudio.

##### **4.5.1 Caracterización de la muestra de las CCRR**

Dos de las CCRR de la Región de Murcia analizadas datan del Siglo XVI y una se constituyó a mediados del Siglo XIX. Pero es a partir de los años cincuenta cuando se inicia un crecimiento progresivo que llega hasta la actualidad, siendo en los años 80 el periodo de mayores constituciones. De aquí se deriva la antigüedad y experiencia de la mayoría de las CCRR analizadas.

Las características más importantes que definen las CCRR españolas fueron definidas por Sumpsi *et al.* (1998). Se basan principalmente en el origen del agua utilizada, junto a la disponibilidad de la misma, el sistema de organización, gestión y control del uso del agua, así como el sistema tarifario y el precio establecido por cada una de ellas.

La garantía de suministro, definida como el compromiso para satisfacer con una cierta probabilidad la concesión otorgada (Losada, 1997), se encuentra por término medio en torno al 22% de la dotación asignada en la región objeto de estudio, y solamente el 10% de las CCRR encuestadas son capaces de garantizar el 100% de la dotación a sus regantes, utilizando para ello agua procedente de acuíferos. El 66% de las CCRR no garantizan agua alguna al comienzo del año hidrológico, mientras que las CCRR que utilizan agua procedente del Tajo dependen trimestralmente de la situación hidrológica de los embalses de la cuenca cedente. De aquí que el origen del agua está condicionando la disponibilidad y garantía de la misma.

Por otro lado, el sistema de organización y control de la CR dependerá, en buena medida, de la tecnología que posea para realizar una asignación de recursos eficiente, ya que no existe un mercado establecido en la zona para este recurso y el reparto se realiza de forma proporcional a la superficie, siguiendo el criterio que Sprumont (1991) llamó regla uniforme, con la particularidad de que la dotación de agua asignada a los regantes se encuentra generalmente por debajo de su asignación ideal. Esto implicará que la utilización de un sistema tarifario en función del consumo realizado, más eficiente e incentivador del ahorro, requerirá de sistemas de organización, gestión y control del uso del agua apropiados. Estas y otras variables utilizadas en el modelo se pueden apreciar en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7: VARIABLES DE LAS CCRR  
UTILIZADAS EN EL MODELO DE ADOPCIÓN**

Características de las Comunidades de Regantes		Media	Des. Est.
COMIENZO	Año en que se constituye la CR	1983,24	8,97
PLAN MODERNI	0=La CR no tiene ni previsto ni ejecutada la modernización del regadío 1=La CR tiene previsto o ejecutado un plan de modernización de regadío	0,79	0,41
AÑO REALIZA	Año en el cual se ejecuta el plan	2001,45	4,66
POZO	0=La CR no posee aguas subterráneas 1=La CR posee acceso al agua subterránea	0,17	0,38
SIST TARIFARIO	0=La CR posee un sistema tarifario fijo 1=La CR posee un sistema tarifario variable en función del consumo	0,86	0,35

#### 4.5.2. Caracterización de la muestra de los agricultores

Los agricultores de la muestra analizada poseen explotaciones con una superficie media de 32 hectáreas, tienen una edad media que ronda los 50 años y se muestran altamente experimentados como agricultores (37 años). El 70% de las tierras gestionadas son propiedad de los agricultores, solamente un 38% de ellos posee un relevo generacional asegurado y casi el 80% se dedica principalmente a la actividad, siendo los ingresos medios procedentes de la agricultura del orden del 77%. Por lo que se puede apreciar el grado de experiencia mostrado por los agricultores encuestados.

En la muestra analizada, casi todos los agricultores han adoptado riego por goteo (96,7%), pero algunos de ellos (34) cuando comenzaron a trabajar en la explotación ya disponían de esta tecnología, debido a que la decisión de adoptar fue realizada por su predecesor en la explotación.

En base a la significatividad del modelo y enlazando con los factores que afectan a la adopción de tecnología de riego analizados en el capítulo 3, en la Tabla 4.8 se definen las variables utilizadas para el modelo de adopción de tecnología de riego de los agricultores.

**Tabla 4.8: VARIABLES DE LOS AGRICULTORES UTILIZADAS EN EL MODELO DE ADOPCIÓN**

	Características del Agricultor	Media	Des. Est.
COMIENZO	Año en que el agricultor comenzó a trabajar en la explotación	1981,61	8,21
ESTUDIOS	0=Estudios básicos o sin estudios 1=Estudios secundarios o superiores	0,74	0,44
COOPERATIVA	0=El agricultor no es miembro de una cooperativa 1=El agricultor pertenece a cooperativa	0,47	0,50
INFORMACION	0=El agricultor conoció la existencia de la tecnología porque la vio en otros agricultores 1=El agricultor conoció la tecnología porque personal especializado en agricultura le informó de cómo era y para que servía (suministradores de tecnología u otros inputs, servicios de extensión agraria, técnicos de cooperativas o centros de investigación)	0,29	0,46

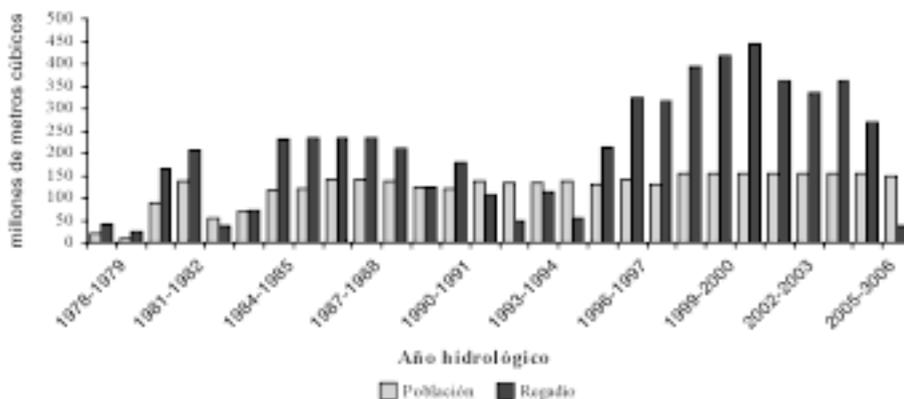
RIESGO	Grado de riesgo que el agricultor está dispuesto a asumir frente a la adopción de nuevos cultivos, nuevas técnicas y nuevas tecnologías (0-10)	5,64	3,11
RENDIMIENTO	Importancia de la búsqueda de mayores rendimientos cuando pensó adoptar la tecnología (0-10)	7,42	1,97
CALIDAD	Importancia que el agricultor dio al incremento de calidad que podía obtener con la adopción de riego por goteo (0-10)	7,47	1,77
Factores económicos		Media	Des. Est.
TRABAJADORES	0=Las personas que trabajan en la explotación son miembros de la familia o como máximo tienen contratado a una persona al año 1=El personal que trabaja en la explotación es contratado y es más de una persona al año	0,72	0,45
PRECIO AGUA	Precio del agua actualizado (€/m <sup>3</sup> )	2,41e <sup>-4</sup>	2,88e <sup>-4</sup>
Características de la Explotación		Media	Des. Est.
SUPERFICIAL	1=El 100% del agua utiliza es agua superficial procedente del trasvase 0= El agricultor utiliza agua superficial y subterránea (tiene acceso)	0,21	0,41
INSTALACIÓN	Año en el que el agricultor instala tecnología de riego en su parcela	1981,61	8,21
Factores del Entorno		Media	Des. Est.
DISPONIBILIDAD	Agua trasvasada a la cuenca en el año hidrológico (oct-sep), (hm <sup>3</sup> )	186,23	137,21

#### 4.5.3. Caracterización de la situación política e hidrológica de la zona

La Región de Murcia se enmarca dentro de la Cuenca del Segura, una de las que presentan mayor escasez de agua en Europa. Con unas precipitaciones medias de 280 mm/año, en esta Región se cultivan más de tres millones de toneladas de frutas y hortalizas por año. La superficie agrícola cultivada en 2004 fue de 176.043 hectáreas para cultivos de secano, que se distribuía



**Figura 4.4: USO DEL AGUA TRASVASADA DEL TAJO AL SEGURA ENTRE 1978 Y 2006**



El uso del agua procedente del Tajo es distribuido en un 78% para la agricultura y un 22% para el abastecimiento en un año normal. El vigente texto refundido de la Ley de Aguas (R.D. 1/2001, de 20 de julio) establece preferencia para el consumo humano, por lo que no siempre el agua trasvasada se ha utilizado de forma proporcional tal y como se aprecia en la Figura 4.4. Además, la cantidad de agua trasvasada es decidida trimestralmente en la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, dependiendo ésta del estado de los embalses de cabecera. En ocasiones excepcionales, esta decisión se eleva al Consejo de Ministros. Estas situaciones se pueden apreciar en los años de sequía acaecidos en España durante 1982-1985, 1992-1995 y los dos últimos años, cuando la cantidad trasvasada se destinó principalmente al abastecimiento de la población.

Tal y como se comentó en el capítulo 1, la gestión del agua en España es realizada a nivel de cuenca a través de las Confederaciones Hidrográficas<sup>18</sup>. La Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) gestiona a todos los usuarios del agua en la Cuenca, y el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura gestiona los caudales procedentes del Tajo autorizado por la confederación, además de velar por los derechos de los regantes y

<sup>18</sup> Tras la aplicación de la Directiva Marco de Aguas (Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000) toda el agua será gestionada a nivel de cuenca en Europa.

regular los caudales asignados entre las seis grandes áreas regables y las diferentes CCRR que las componen. La CR del Campo de Cartagena comprende una de las zonas más grandes, por lo que del total de agua trasvasada con destino agrícola, el 33% es asignado a esta CR.

Tras establecerse el reparto entre las zonas y las CCRR, los agricultores tendrán un estricto derecho al agua de forma proporcional a la superficie que posean. Los derechos sobre el agua se encuentran conectados a la tierra, no existe un mercado establecido y el precio del agua consiste una tasa para hacer frente a los costes de la infraestructura necesaria para poner el agua a disposición del regante. El agua proveniente del Tajo presenta diferentes tarifas entre usuarios a lo largo del canal dependiendo de los costes de amortización de las obras, los gastos fijos de funcionamiento y los variables estimados. A estos hay que añadirles los gastos de gestión y de infraestructura propios de cada CR.

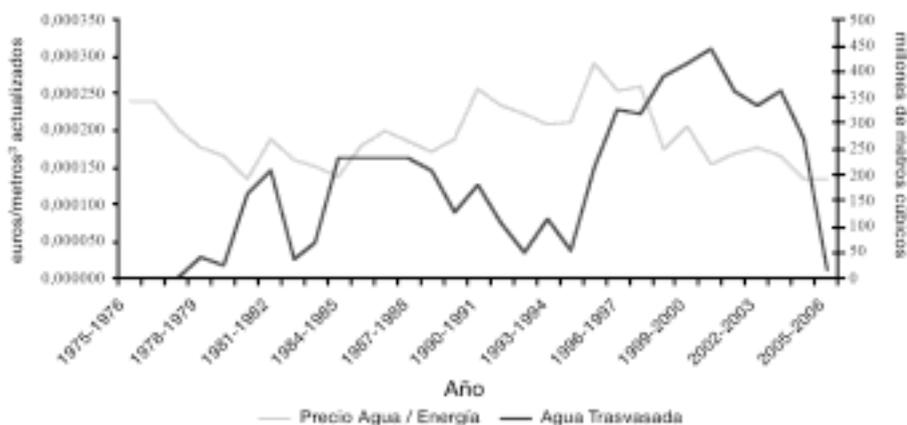
Los usuarios del agua del trasvase tienen que pagar la cantidad de agua utilizada no pudiendo emplear más cantidad de la asignada por su CR a su superficie. Las necesidades de agua de los cultivos de la mayoría de las CCRR de la Región se encuentran por debajo de las dotaciones asignadas, por lo que la mayoría de agricultores tiene que recurrir al empleo de aguas subterráneas para completar sus dotaciones, pero no todos tienen la posibilidad de acceso a ella. Por lo tanto, el agua utilizada en la agricultura de la Región de Murcia presenta un suministro incierto que depende de las condiciones climatológicas y de la situación política.

El agua procedente de la Cuenca de Río Tajo en la Región de Murcia es de elevada importancia puesto que además de ser utilizada en 14 de las CCRR analizadas, es la principal fuente de suministro de la CR de Campo de Cartagena, proporcionando el 95% de agua que ésta utiliza. Por ello, en el presente trabajo se han utilizado las variables temporales de la cantidad de agua trasvasada por año, y los precios del agua pagados por los comuneros de la CR, deflactados al año 1975 con respecto a la variación temporal del índice de precios pagados por los agricultores en concepto de energía y lubricantes<sup>19</sup>. El comportamiento de ambas variables se pueden apreciar en la Figura 4.5.

---

<sup>19</sup> El establecimiento de la relación del precio de un producto y el coste de los lubricantes como referente del nivel de vida fue utilizado en el trabajo de D'Emden et al. (2006).

**Figura 4.5: AGUA TRASVASADA POR AÑO HIDROLÓGICO Y PRECIO DEL AGUA RESPECTO AL PRECIO DE LA ENERGÍA Y LOS LUBRICANTES**



## 4.6. MODELOS UTILIZADOS

En este apartado se procederá a analizar los principales modelos de adopción y difusión de innovaciones recogidos en la literatura, profundizando especialmente en el desarrollo de los modelos que finalmente se utilizan en la parte empírica del trabajo.

En cuanto a los modelos de adopción, se describirá metodológicamente el funcionamiento de los modelos temporales aplicados tanto a las CCRR de la Región de Murcia como a los agricultores de la CR del Campo de Cartagena. Respecto a los de difusión, se utilizarán los recogidos en la literatura según el tipo de influencia que presenten sobre el patrón de difusión.

### 4.6.1. Modelos de adopción

#### 4.6.1.1. Teoría de la utilidad esperada

Los modelos de adopción están basados en la teoría de la utilidad esperada. El modelo de adopción utilizado será del tipo de los modelos de duración, tanto para las CCRR como para los agricultores. Estos modelos, además de realizar una medición temporal de la adopción, permiten la incorporación de variables cambiantes en el tiempo y la consideración de periodos interminados.

Esta teoría asume un comportamiento de los centros de decisión que maximiza su utilidad. Este concepto que originariamente Thurstone (1927) llamó estímulo psicológico, Marschak lo interpretó como utilidad, proporcionando una derivación de su maximización que llamó utilidad aleatoria (Kenneth, 2003). Los modelos de utilidad aleatoria asumen que cuando un centro decisor  $n$  se enfrenta a una serie de alternativas  $J$ , éste recibirá una utilidad derivada de cada alternativa. La utilidad que el centro decisor  $n$  recibe de la alternativa  $j$  será  $U_{nj}$ ,  $j = 1 \dots J$ . Esta utilidad será conocida para el centro decisor pero desconocida para el investigador. Por lo tanto, el centro decisor elegirá la alternativa que le proporcione mayor utilidad y el modelo de comportamiento responderá a que la alternativa  $i$  será elegida si y solo si  $U_{ni} > U_{nj} \forall j \neq i$ .

Como la utilidad es inobservada, el investigador observa algunos de los atributos  $X_{nj} \forall j$  a los que el centro decisor debe enfrentarse para la toma de decisión, y sus propias características  $S_n$ . Con esto, se establece la función de utilidad derivada del centro decisor  $V_{nj} = V(X_{nj}, S_n) \forall j$ , donde los parámetros de  $V_{nj}$  son estimados estadísticamente. Por lo tanto, la estimación de la función de utilidad  $U_{nj} = V_{nj} + e_{nj}$ , se derivará de unos aspectos conocidos y otros desconocidos  $e_{nj}$  no incluidos en  $V_{nj}$ . Las características del término de error  $e_{nj}$  deberán ser especificadas por el investigador en base a la situación de la elección, tratándose éste de forma aleatoria donde la función de densidad del vector aleatorio  $e_n = e_{n1}, \dots, e_{nJ}$ , es representada por  $f(e_n)$ .

Matemáticamente, la probabilidad de que el centro decisor  $n$  elija la alternativa  $i$  vendrá definida por:

$$\begin{aligned} P_{ni} &= \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj} \forall j \neq i) = \text{Prob}(V_{ni} + e_{ni} > V_{nj} + e_{nj} \forall j \neq i) \\ P_{ni} &= \text{Prob}(e_{ni} - e_{nj} < V_{ni} - V_{nj} \forall j \neq i) \end{aligned} \quad [1]$$

En esta distribución acumulada de probabilidad el término de error  $e_{nj} - e_{ni}$  se encuentra por debajo de la cantidad observada  $V_{ni} - V_{nj}$ , y usando la función de densidad  $f(e_n)$ , la probabilidad acumulada podrá ser reexpresada como la integral multidimensional sobre la densidad de la porción de utilidad inobservada  $f(e_n)$  tal que:

$$P_{ni} = \text{Prob}(e_{ni} - e_{nj} < V_{ni} - V_{nj} \forall j \neq i) = \int_e I(e_{ni} - e_{nj} < V_{ni} - V_{nj} \forall j \neq i) f(e_n) de_n \quad [2]$$

Donde  $I(\cdot)$  es la función indicadora que vale uno cuando la expresión entre paréntesis es verdadera y 0 cuando es todo lo contrario. La especifica-

ción de la función de densidad de los factores inobservados será la que establezca los diferentes modelos de elección (logit, probit, tobit, etc.) (Maddala, 1997; Pindyck *et al.*, 1998; Train, 2003).

#### 4.6.1.2. Análisis de duración

Con el propósito de describir el proceso de adopción e identificar estadísticamente aquellos factores que presentan un efecto significativo sobre la longitud del tiempo de adopción, AD estudia la diferencia de tiempo  $T$  entre el comienzo y final de un proceso. En cada caso, el objetivo es conocer el signo y la magnitud de los efectos de las variables explicativas sobre la longitud del rango, considerando una población homogénea respecto a los factores sistemáticos y las covariables que afectan a la variable aleatoria  $T$  (Lancaster, 1990). Además, permitirá estudiar la adopción a nivel individual y considerar con posterioridad la difusión tecnológica a partir de los resultados agregados de cada elemento decisor.

Análisis de duración, es un método estadístico con origen en biométrica e ingeniería estadística que analiza el tiempo de supervivencia esperado de un individuo que ha pasado por el hospital bajo distintos tratamientos, de ahí que también se le llame análisis de supervivencia. Construido sobre un modelo de comportamiento en el que la elección de adopción individual es modelada usando datos de sección cruzada y medidas de difusión agregadas, incorpora un elemento dinámico a la difusión de la innovación. Se trata de un modelo intrínsecamente estocástico ya que, aunque todas las variables fueran conocidas, no se sabría con certeza si ocurriría la adopción (Mortensen *et al.*, 1984).

Desde el primer trabajo de AD, aplicado en ciencias sociales para estudiar los factores que afectaban a los periodos de desempleo (Lancaster, 1972), no han sido muy numerosos los estudios con esta técnica aplicados en otros campos, como la agricultura. Aunque en los últimos años y en el campo de las ciencias agrarias, Burton *et al.*, (2003) analizaron la adopción de técnicas de producción orgánica en el Reino Unido; Carletto y de Janvry (1999) estudiaron el crecimiento de las exportaciones de cultivos que tradicionalmente se consumían dentro de Guatemala; Souza Filho *et al.*, (1999) identificaron los factores que influían en la adopción de agricultura sostenible en Brasil; D'Emden *et al.*, (2006) analizaron la adopción de prácticas de conservación del suelo en Australia, Smith (2004) determinó la composición de la flota y el agotamiento de las pesquerías de California con entrada restringida, Abdulai y Huffman (2005) la utilizaron para estudiar tecnologías ganaderas en Tanzania y, Key y Roberts (2006) explicaron la supervivencia de las empresas agrarias en función de los pagos de las administraciones públicas.

Con el propósito de identificar estadísticamente aquellos factores que presentan un efecto significativo sobre la longitud del tiempo de adopción de tecnología de distribución y control de las CCRR de la Región de Murcia, el rango de tiempo comienza en el año 1975, cuando aparece la tecnología de riego localizado en el mercado y la demanda por parte de los agricultores de una mejor y más eficiente tecnología de distribución y control, o el año en que se constituye la CR si es que ésta es posterior<sup>20</sup>, y finaliza el primer año que decide ejecutar un plan de modernización de su infraestructura.

Por otro lado, en cuanto a la adopción de tecnología por los agricultores de la CR del Campo de Cartagena, AD analiza la diferencia de tiempo  $T$ , entre que un agricultor comienza a trabajar en la explotación hasta que adopta la tecnología. El rango de tiempo comienza en el año 1975, cuando aparece la tecnología de riego por goteo en el mercado, o el año en que el agricultor comienza a trabajar si éste es posterior, y termina el año en que el agricultor implanta la tecnología de riego por primera vez en su parcela, es decir, cuando cambia al estado de adoptante.

La longitud del rango de tiempo analizado estará truncado en el año en el cual comienza la tecnología en el mercado y censurado por la derecha cuando finaliza el periodo analizado y no se ha producido la transición entre estados, siendo los mecanismos del evento y la censura estadísticamente independientes.

En algunos casos, al final del periodo analizado, el agricultor o la CR no han cambiado de estado y el rango no se ha completado, siendo desconocida la futura fecha de adopción de ese agricultor o CR que puede ocurrir en un futuro. El proceso estadístico seguido para los casos con rango desconocido es censurar los datos en la fecha en la que son recogidos y considerar la naturaleza de estos casos en el momento de la estimación.

La probabilidad de transición a un nuevo estado se encuentra relacionada con la finalización del rango en AD, por lo que éste se puede interpretar como la probabilidad de que un agricultor o CR que no tienen la tecnología implantada, la adopten en un corto espacio de tiempo  $dt$  después de  $t$ , dado que no lo han adoptado todavía. La probabilidad media de dejar este estado por periodo de tiempo unitario y por un corto intervalo de tiempo  $dt$  después de  $t$  vendría definida por la Función de Riesgo, denotada con  $H(t)$ .

---

<sup>20</sup> Momento del tiempo en el cual la CR pasa a ser potencial adoptante.

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t(1 - F(t))} = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{f(t)}{S(t)} \quad [3]$$

Donde  $S(t)$  es la función de Supervivencia,  $f(t)$  es la función de densidad de probabilidad continua de la variante aleatoria  $T$  y  $F(t)$  su correspondiente función acumulada, y  $s$  la longitud del rango, Estas se definirían como:

$$F(t) = \int_0^t f(s) ds = \Pr(T \leq t) \quad [4]$$

$$f(t) = H(t) \exp \left\{ - \int_0^t H(s) ds \right\} \quad [5]$$

$$S(t) = \exp \left\{ - \int_0^t H(s) ds = 1 - F(t) = \Pr(T > t) \right\} \quad [6]$$

La función de supervivencia  $S(t)$  da la probabilidad de que un periodo de tiempo es al menos  $t$ , esto es, la probabilidad de que la variable aleatoria  $T$  supere a  $t$ . Esta función da la probabilidad de la longitud del rango de tiempo hasta el último periodo  $t$  (tiempo de supervivencia), que en términos de adopción sería la probabilidad de sobrevivir a  $t$ , es decir, probabilidad de que el agricultor o CR que no hayan adoptado tecnología en cada periodo de  $t$ . La función de riesgo  $H(t)$  especifica el ritmo de complementación de un periodo de tiempo  $T=t$ , condicional sobre supervivencia al tiempo  $t$ , que en términos de adopción sería la medida de proporción de adoptantes en el periodo  $t$  respecto de aquellos que no han adoptado todavía en el periodo anterior.

La función de riesgo está compuesta por la parte que refleja las características de los individuos y por la función de riesgo base ( $h_0$ ) que puede ser semiparamétrica y variar en función de las covariables, como en la regresión de Cox, o ser la misma función para todo el periodo analizado según el patrón de  $h_0(t)$ , que puede ser parametrizado en diferentes formas funcionales: exponencial, exponencial, Weibull, Gompertz, logística, log-normal, log-logística y gamma generalizada (Cleves *et al.*, 2002; Kiefer, 1988), siendo algunas de ellas dependientes del tiempo.

Entre las variadas especificaciones de la forma funcional de  $T$  en los modelos de duración, destaca la distribución Weibull, que permite variar el riesgo relativo a lo largo del proceso de duración, conteniendo además a la distribución exponencial, constante en el tiempo.

Una vez elegida la forma funcional de la distribución de  $T$ , se estimarán los parámetros por máxima verosimilitud, asumiendo las duraciones observadas  $t^*$ , independientes. Cuando las observaciones censuradas son incluidas en el modelo, no se sabe exactamente cuando finalizará el rango, puesto que éste no lo ha hecho todavía, pero si se conocerá que como mínimo durará hasta el final del periodo  $z_i$ , donde  $z_i$  es el tiempo censurador para cada agricultor.

Se pueden introducir variables explicativas que alteren la distribución de la duración (Kalbfleisch *et al.*, 1980; Lancaster, 1990). Hay tres tipos de covariables: a) las que no cambian en el tiempo como el sexo, b) las que siguen un patrón temporal definido o no, como el precio de los factores de producción o los productos y c) las que son intrínsecamente dependientes del tiempo como la edad y el tiempo en si mismas.

La función de riesgo se puede reformular para considerar la influencia de estas covariables como sigue:

$$H(t, X, \theta, \beta) = h_0(t, \theta) q(X, \beta) \quad [7]$$

Donde:  $X$  es el vector de covariables independientes del tiempo,  $\beta$  es el vector de parámetros desconocidos a estimar asociado, y  $h_0(t, \theta)$  es la función de riesgo base independiente de las covariables  $X$ .

Derivando respecto a  $X$ , según esta especificación en forma logarítmica, se obtiene que el parámetro  $\beta$  es la sensibilidad de la probabilidad condicional de adoptar, expresada como elasticidad (Kiefer, 1988):

$$\partial \ln H(t, X, \beta, h_0) / \partial X = \partial \ln q(X, \beta) / \partial X = \beta \quad [8]$$

Los modelos de riesgo proporcional emplean una especificación de  $q(X, \beta)$  exponencial para garantizar que la función de riesgo sea no negativa, sin imponer restricciones a los parámetros.

Los coeficientes estimados proporcionan los valores de  $\beta$  y su signo, representan el impacto sobre la función de riesgo, aunque estos coeficientes podrían también interpretarse como  $e^\beta$  donde valores iguales a 1 supondrían no impacto sobre la función de riesgo. Sin embargo, valores mayores (menores) de 1 indicarían un impacto positivo (negativo) sobre la función de riesgo, de ahí la negativa relación entre la variable y la longitud del tiempo de adopción.

Para el análisis de la adopción de tecnología de las CCRR se ha utilizado el modelo de riesgo proporcional propuesto por Cox (1972), que ajusta semiparamétricamente la función de riesgo instantáneo de sobrevivir al tiempo  $t$ , a través de la función de máxima verosimilitud que considera los tiempos de supervivencia censurados, donde el riesgo relativo es independiente del tiempo y varía proporcionalmente según las variables explicativas  $X$ , siendo  $h_0(t)$  la función de riesgo base y  $\beta$  el vector de parámetros estimados.

La especificación de  $q(\beta, X)$  será exponencial y  $h_0$ , en este caso, no requiere de forma funcional concreta. Quedando la función de riesgo proporcional continua para las diferentes CCRR definidas por:

$$H(q, X, \beta, h_0, t) = h_0(q) \exp(\beta' X_t) \quad [9]$$

Para el análisis de la adopción de tecnología de riesgo localizado por los agricultores de la CR, se introducirán en el modelo variables explicativas de los agricultores individuales ( $X_{it}$ ). Éstas impactarán sobre la función de riesgo de forma proporcional a la función de riesgo base (modelo de riesgo proporcional), por lo que siguiendo a Jenkins (1995), y teniendo en cuenta las consideraciones temporales de las variables explicativas, la función de riesgo quedaría definida:

$$H_{it} = 1 - \exp\{-\exp[h_0(q) + \beta' X_{it}]\} \quad [10]$$

Donde:  $\beta'$  = Coeficientes estimados del modelo.

$X_{it}$  = Conjunto de variables explicativas, compuestas tanto por datos de sección cruzada como variables en el tiempo que capturan las características individuales de cada caso y el proceso subyacente de difusión de la innovación, ya que incluye especificaciones de dependencia de la duración.

El modelo de riesgo proporcional es entonces estimado por máxima verosimilitud para periodos de tiempo discretos de un año, utilizando una distribución Weibull como función de riesgo base y considerando los casos censurados.

En muchas ocasiones existen diferencias inobservadas entre observaciones que pueden ser introducidas a través de un factor de escala multiplicativo  $v$  distribuido independientemente de  $X$  y  $t$ , que sigue una distribución aleatoria de valores positivos con media normalizada a 1 y varianza finita  $\sigma^2$ .

En el modelo de riesgo proporcional, la función de riesgo con variabilidad inobservada será:

$$H_{it} = 1 - \exp\{-\exp[h_0(t) + \beta'X_{it} + u]\} \quad [11]$$

Donde el término de error  $u = \ln(v)$ , será una variable aleatoria de media cero.

La variable aleatoria  $v$  puede interpretarse como el impacto de las “variables omitidas” sobre la tasa de riesgo, es decir, si la pérdida de los regresores es intrínsecamente inobservable o simplemente es inobservada en el conjunto de datos. Para un modelo de riesgo proporcional discreto en el tiempo, la distribución del error más utilizada es la Gamma.

Para la estimación de esta función de riesgo se ha utilizado el modelo de fragilidad discreta con una función de riesgo base que sigue una distribución Weibull, y una distribución de la heterogeneidad inobservada que sigue una distribución Gamma. Esto fue desarrollado por Prentice y Gloecker (1978) y propuesto por Meyer (1990), para el cual Stewart (1996) estableció la siguiente especificación de la función del logaritmo de verosimilitud (Jenkins, 1997).

El impacto marginal sobre la velocidad de adopción de la variable  $X_{it}$  (manteniendo el resto de valores constantes) *ceteris paribus* viene definido por las tasas de riesgo del modelo.

#### 4.6.2. Modelos de difusión

Con el propósito de describir los sucesivos incrementos del número de adoptantes y predecir el desarrollo continuado del proceso de difusión ya en marcha, se utilizan los modelos de difusión (Mahajan *et al.*, 1990), basados en funciones matemáticas que permitan conocer analíticamente la penetración de la tecnología en el mercado potencial a lo largo del tiempo  $b$ , el origen  $N_0$  y el grado de saturación o nivel máximo de adopción  $M$  (Van den Bulte, 2000). Además, será posible obtener una descripción del proceso, predecir la tasa de crecimiento y del nivel de saturación en una proyección futura y realizar un control del proceso, ya que es posible influir sobre su trayectoria.

Existen tres formas de analizar la difusión temporal: inter-empresas, que corresponde a la evolución de la adopción en sentido agregado o número de empresas que van adoptando, intra-empresa, que corresponde a los incre-

mentos de adopción que se van produciendo dentro de la misma empresa, y global que corresponde a la difusión inter-empresas cuando se considera la intensidad de adopción (Mansfield, 1961; Thirtle *et al.*, 1987), siendo la primera y la tercera las analizadas en este trabajo.

Los modelos agregados de difusión clásicos (Bass, 1969; Mansfield, 1961; Thirtle *et al.*, 1987), al modelizar la primera compra en un horizonte fijado, describen la penetración y el nivel de saturación con diversas formas funcionales. Estos autores asumen que los potenciales adoptantes de la tecnología se encuentran influenciados por el tipo de comunicación por la que perciben la innovación, como medios de comunicación masivos y el boca a boca, que también incluye las percepciones visuales.

Como base conceptual de todos los modelos de difusión es posible plantear su ecuación matemática genérica en términos absolutos <sup>21</sup>:

$$\frac{dN(t)}{dt} = g(t)[M - N(t)] \quad [12]$$

Con  $N(t=t_0)=N_0$

Donde:

$$N(t) = \int_{t_0}^t n(t) dt \quad [13]$$

$dN(t)/dt$  = tasa de adopción en el tiempo  $t$ .

$n(t)$  = número no acumulativo de adoptantes en el tiempo.

$N(t)$  = adopción acumulada en el tiempo  $t$ .

$M$  = número total de potenciales adoptantes en el tiempo.

$g(t)$  = coeficiente de difusión que determinará el tipo de curva de difusión.

$N_0$  = número acumulado de adoptantes en el tiempo  $t_0$ .

<sup>21</sup> Algunos autores utilizan la forma relativa, escribiendo la ecuación [12] como  $dF(t)/dt = g(t)[M-F(t)]$ , siendo  $F(t) = N(t)/M$  la proporción acumulada de los individuos que han ido adoptando tecnología hasta el momento  $t$  y  $f(t) = n(t)/M$  la función de densidad del tiempo de adopción.

#### 4.6.2.1. Modelos de influencia interna

Con ellos la transmisión de la información se produce por interacciones entre los miembros del sistema social, basándose la innovación en un proceso de imitación en el cual se modeliza la difusión de la información. La hipótesis subyacente del impulsor de este modelo (Mansfield, 1961) es que la difusión se produce por acumulación de información y experiencia que irá reduciendo la incertidumbre inicial, produciendo un arrastre de los adoptantes respecto de los potenciales adoptantes, de forma similar a la propagación de una epidemia por contagio (Baptista, 1999). La forma funcional del proceso es una curva sigmoidea en forma de *S* que puede seguir una distribución Logística, Normal o Gómpertz.

En modelo logístico está definido por la siguiente ecuación diferencial <sup>22</sup>:

$$\frac{dN(t)}{dt} = bN(t)[M - N(t)] \quad [14]$$

Donde:  $b$  = tasa de difusión

Para que sea aplicable el modelo debe de existir un adoptante inicial. Relativizando respecto a  $M$  e integrando [14] en  $t$ , se obtiene la curva de difusión logística [15], donde  $a$  es la constante de integración.

$$N(t) = \frac{M}{1 + e^{-(a+bt)}} \quad [15]$$

En esta ecuación sigmoideal simétrica, la máxima tasa de adopción ocurre en el punto de inflexión de la curva  $dN/dt=0$ , justo cuando la innovación ha alcanzado el 50%, que según Banks (1994) será  $t^*=a/b$  y  $N(t^*)=M/2$ . Mayores valores del parámetro  $b$ , indican mayores velocidades de difusión, y mayores valores de la constante de integración  $a$ , implican menor nivel inicial del proceso.

Otro modelo de influencia interna utilizado en la agricultura ha sido el aportado por Dixon (1980), en el que utilizó la función Gompertz, definida por la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dN(t)}{dt} = bN(t)[\ln M - \ln N(t)] \quad [16]$$

<sup>22</sup> Forma relativa  $\frac{dN(t)}{dt} = bN(t)[M - N(t)]$

Suponiendo que  $N(t=t_0)=N_0$  e integrando, se obtiene la función acumulada de adoptantes:

$$N(t) = Me^{\left[-\left(\ln \frac{M}{N_0}\right)e^{-b(t-t_0)}\right]} \quad [17]$$

Presenta una forma asimétrica en la que el punto de inflexión ocurre antes que en la curva logística, cuando se alcanza, aproximadamente, el 36,8% del nivel del techo ( $M$ ),  $N(t^*)=M/e$ .

Estas aproximaciones se adaptan bien para el análisis de innovaciones socialmente visibles, de modo que el hecho de no adoptar supone una desventaja respecto a los otros adoptantes, requiriendo un sistema social homogéneo donde el efecto imitativo juega un papel fundamental.

#### 4.6.2.2. Modelos de influencia externa

Se trata de modelos deterministas de forma exponencial formulados por Fourt y Woodlock (1960). En ellos se asume que la información que le llega a los potenciales adoptantes proviene de fuentes externas y ajenas al sistema como los medios de comunicación o los agentes de cambio. El número de adoptantes en cada periodo viene definido por la siguiente ecuación diferencial <sup>23</sup>:

$$\frac{dN(t)}{dt} = b'[M - N(t)] \quad [18]$$

Donde  $b'$  representa al coeficiente de difusión que proviene desde fuera del sistema social, cuya magnitud dependerá de la velocidad con la que los potenciales adoptantes aprendan las características de la tecnología. Integrando la ecuación [18] se obtiene la siguiente curva de difusión:

$$N(t) = M \left[1 - e^{-(a-b't)}\right] \quad [19]$$

Siendo ( $a$ ) la constante de integración.

Este modelo asume que la tasa de difusión  $b$  solamente depende del número de adoptantes potenciales presentes en el tiempo  $t$ , no atribuyendo

<sup>23</sup> Forma relativa  $\frac{dN(t)}{dt} = b'[M - N(t)]$

relación alguna entre adoptantes previos y potenciales. Es una función exponencial negativa y creciente, con asíntota superior y sin punto de inflexión, donde mayores valores de  $b$  implican mayor velocidad de difusión, y mayor valor de  $a$  implica menor nivel de adopción inicial. Es aplicable a situaciones donde la adopción previa no tiene importancia, bien porque el sistema social se encuentre aislado o porque no interactúe. También será aplicable cuando la innovación sea sencilla y no requiera un aprendizaje previo, o cuando la información relativa a la tecnología solamente sea accesible a través de fuentes ajenas al sistema.

#### 4.6.2.3. Modelo de influencia mixta

También llamado modelo generalizado estático o “modelo Bass”, abarca los dos modelos descritos anteriormente. Se basa en el efecto de las relaciones personales y de los medios de comunicación masiva, dividiendo los potenciales adoptantes según definió Bass (1969) en imitadores (influencia interna) e innovadores (influencia externa), e integra en un solo modelo las asunciones de Mansfield (1961) y de Fourt y Woodlock (1960).

La tasa de adopción de una innovación dependerá de la interacción entre adoptantes y potenciales adoptantes, derivándose el modelo de una función de azar que define la probabilidad de que un individuo adopte por primera vez una tecnología en el tiempo  $t$ , obteniéndose la formulación relativa básica:

$$f(t)/(1-F(t)) = p + qF(t) \quad [20]$$

Siendo  $p$  el coeficiente de innovación y  $q$  el coeficiente de imitación.

Como  $M$  es el total de potenciales adoptantes, el número de los que van a adoptar en el momento  $t$  será  $Mf(t)=n(t)$  y el número acumulado de los que han adoptado en el tiempo  $t$  será  $MF(t)=N(t)$ , operando se llega a la forma absoluta:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p(M - N(t)) + q \frac{N(t)}{M} (M - N(t)) \quad [21]$$

El término  $p(M-N(t))$  representa a los adoptadores que no han sido persuadidos por los compradores precedentes y estarán afectados por el coeficiente de influencia externa  $p$ , mientras que  $q(N(t)/M) (M-N(t))$  representa a los individuos influidos por los agricultores que han adoptado con anterioridad, dependiendo del coeficiente de influencia interna  $q$ .

Integrando y transformando se obtiene su curva de difusión [22], ecuación diferencial de primer orden, similar al modelo de difusión de epidemias, concretamente al modelo de infección continua, en el cual un potencial adoptante se encuentra en contacto con otros individuos que ya han adoptado y con los agentes externos causantes de la infección.

$$N(t) = \frac{M(1 - e^{-(p+q)t})}{\left[\frac{q}{p}e^{-(p+q)t} + 1\right]} \quad [22]$$

Es una función sigmoidea positivamente asimétrica en función de la magnitud relativa de  $p$  sobre  $q$  no alcanzándose nunca el máximo de  $N(t)$  después de que la innovación haya alcanzado el 50% del total de adoptantes potenciales. A mayores valores de  $p$  y  $q$  mayores velocidades de difusión, y el punto de inflexión, coincidente con el máximo nivel de adopción, ocurrirá siguiendo a Mahajan *et al.* (1990) en el tiempo  $t^*$  y con la cantidad  $N(t^*)$  definido por:

$$t^* = \frac{\ln(q/p)}{p+q} \quad \text{y} \quad N(t^*) = M\left(\frac{1}{2} - \frac{p}{2q}\right)$$

Si el valor de  $p$  es muy superior al de  $q$ , el modelo estaría influenciado básicamente por agentes externos al sistema, mientras que si  $q$  domina sobre  $p$  el modelo se asemejaría a una curva logística.





## 5. RESULTADOS





En este capítulo se expondrán los resultados obtenidos del desarrollo de los modelos de adopción y difusión para las CCRR de la Región de Murcia y los agricultores de la CR del Campo de Cartagena, una vez analizados los diferentes modelos, los factores que afectan a la adopción y la metodología de contraste de éstos. El orden de exposición de resultados es el siguiente:

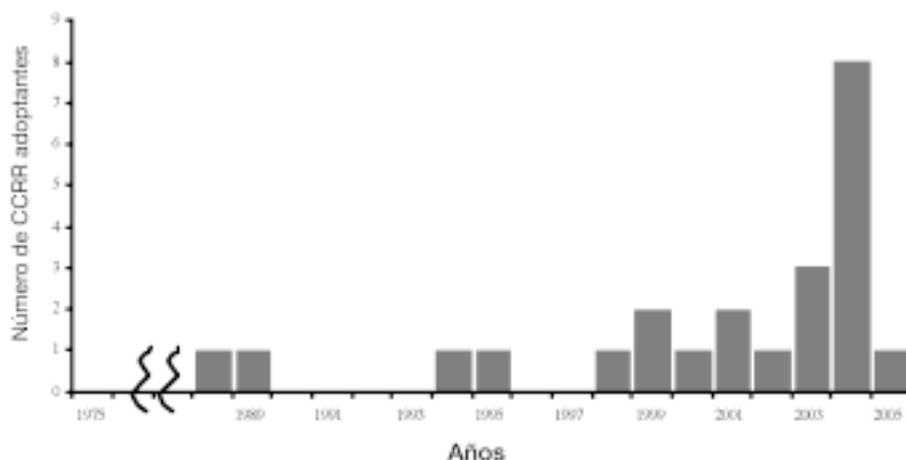
- a) análisis de la adopción de tecnología de distribución y control del agua por las CCRR de la región.
- b) análisis de la adopción de tecnología de riego por los agricultores de la CR del Campo de Cartagena.
- c) análisis de la difusión de la tecnología de distribución y control del riego.
- d) análisis de la difusión de la tecnología de riego localizado.

### **5.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA POR LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Con el objetivo de describir el proceso de adopción de tecnología de distribución y gestión de agua entre las CCRR de la Región de Murcia, e identificar los factores asociados con la decisión de adoptar y su importancia relativa, se ha utilizado la técnica de análisis de duración. El conocimiento de este proceso puede servir de apoyo al establecimiento de políticas de modernización de regadíos que actualmente se están llevando a cabo tanto en España como en Europa.

Según la teoría de la utilidad esperada, la adopción de tecnología de distribución y gestión de agua por parte de una CR, se realizará en el momento del tiempo en el que la utilidad que esta tecnología le reporta a la CR sea superior a la utilidad percibida de la tecnología tradicional, siendo esta utilidad función de las características tecnológicas y de suministro a los comuneros de la CR.

**Figura 5.1: NÚMERO DE CCRR QUE ADOPTAN LA TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA**



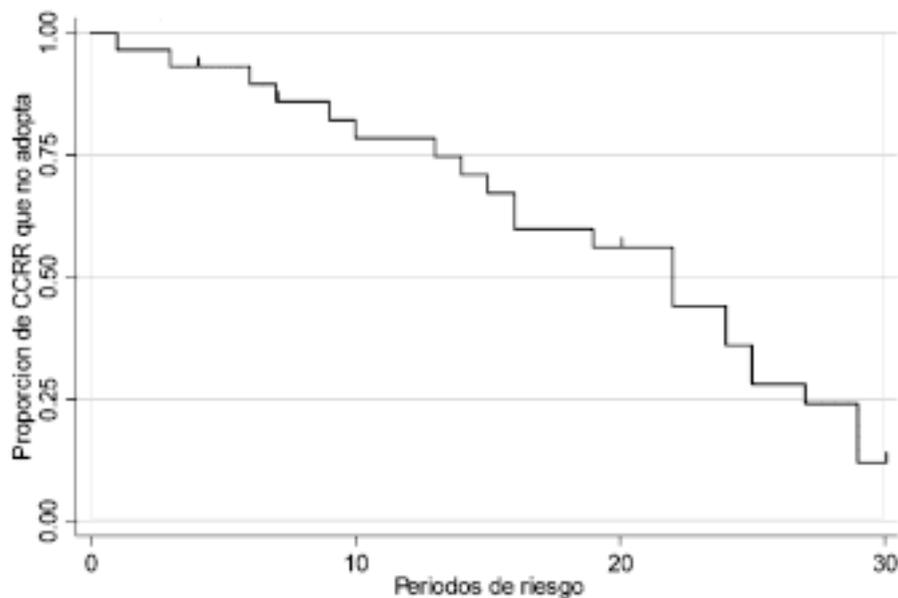
La variable explicada es la longitud del rango de tiempo desde que se constituye la CR hasta que decide ejecutar un plan de modernización de regadíos<sup>24</sup> y, en cada caso, el objetivo es analizar el signo y la magnitud de los efectos de las variables explicativas sobre la longitud del rango, considerando una población homogénea respecto a los factores sistemáticos y las covariables que afectan a la variable aleatoria  $T$ .

La longitud del rango de tiempo analizado  $T$  estará truncado en el año 1975 para siete CCRR y censurado por la derecha en el año 2005, encontrándose seis de las CCRR analizadas en la situación de finalización del periodo analizado sin que se produzca la transición entre estados, siendo los mecanismos del evento y la censura estadísticamente independientes.

Las ejecuciones de los planes de modernización realizadas sobre la teoría del incremento de la utilidad se pueden apreciar en la Figura 5.1 en la que se indica el número de CCRR adoptantes de la muestra durante el periodo analizado. Aunque esta tecnología se encontraba ya en el mercado, no fue hasta el año 1988 cuando la primera CR tomó la decisión de implantarla en sus tierras de cultivo.

<sup>24</sup> La longitud del rango de tiempo comprende el periodo de adopción, el cual comienza el año de conocimiento de la tecnología (Rogers, 1962) siempre y cuando el individuo sea un potencial adoptante. Si el agricultor conocía la tecnología y no era un potencial adoptante, el rango de tiempo comenzará el año en el que comience a trabajar como agricultor, es decir, el año en el que pasa a ser un potencial adoptante.

**Figura 5.2: ESTIMACIÓN NO PARAMÉTRICA DE LA FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA DE LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA (ESTIMADOR KAPLAN-MEIER)**



La estimación de los modelos de duración se realizará en dos fases. En la primera se analizará el comportamiento adoptante en el tiempo y en la segunda se incluirán en el modelo los efectos de las variables de sección cruzada sobre la duración de los periodos de riesgo.

### 5.1.1. Estimación del modelo de duración de las CCRR

El análisis no paramétrico de los periodos de adopción, que consideran la naturaleza de los datos censurados, viene dado por la función de supervivencia estimada según Kaplan Meier. La Figura 5.2 muestra la función de supervivencia estimada para el conjunto de CCRR. Esta función indica, para cada periodo, la probabilidad que tiene una CR de no adoptar tecnología, es decir, el tiempo de retraso que sufre la CR desde que se constituye hasta que adopta. La duración del periodo de adopción tiene un valor medio de 19,5 años y sus variaciones son inversamente proporcionales a la supervivencia en el estado intransitivo. El tiempo de retraso de la adopción ha crecido de forma progresiva en el tiempo, siendo los periodos mayores de 20 años, coincidentes con los últimos diez años, donde la probabilidad de que las

CCRR hayan adoptado tecnología se ha reducido considerablemente por debajo del 50%.

### 5.1.2. Estimación del modelo de duración de las CCRR con variables de sección cruzada

Para la estimación de las funciones de riesgo y supervivencia que consideren el efecto de las variables independientes, se pueden imponer formas funcionales concretas o realizar una estimación semiparamétrica que no imponga restricciones sobre la forma de la función de riesgo base. Para el análisis de la adopción de tecnología por las CCRR de la Región de Murcia se ha aplicado el modelo de riesgo proporcional propuesto por Cox (1972) a partir de la ecuación [9]. Este modelo ha sido recientemente utilizado en agricultura por Key y Roberts (2006).

El modelo de riesgo proporcional ajusta semiparamétricamente la función de riesgo instantáneo de sobrevivir al tiempo  $t$ , a través de la función de verosimilitud parcial que considera los tiempos de supervivencia censurados, donde el riesgo relativo es independiente del tiempo y varía proporcionalmente según las variables explicativas  $X$ , siendo  $h_0(t)$  la línea base de la función y  $\beta$  el vector de parámetros estimados<sup>25</sup>.

Cuando se consideran covariables que explican el retraso en el tiempo de adopción utilizado por cada CR, se aprecia en exploraciones iniciales que para la estimación de los parámetros de la ecuación de riesgo, la regresión de Cox, que elimina la función de riesgo base y considera los casos censurados, presenta una mejor bondad de ajuste, y rechaza la hipótesis nula  $\beta=0$ , que las estimaciones con especificaciones funcionales de la función de riesgo base exponencial, Weibull, Gompertz, logística, log-normal, log-logística y gamma generalizada.

Las variables explicativas del modelo, medidas antes de la decisión final de adoptar, son la posesión de un pozo para la extracción de agua subterránea (*Pozo*) y la utilización de un sistema tarifario discriminante en función del consumo (*Sistema\_tarifario*). El uso de agua subterránea implica que la CR posee una fuente de agua con menor fluctuación intra e inter-anual que la superficial, y más independiente en cuanto a las decisiones políticas que hay en torno a las regulaciones de los recursos de la cuenca y trasvases,

---

<sup>25</sup> Las estimaciones se han realizado con el programa Stata 8.2.

**Tabla 5.1: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS  
DE LAS VARIABLES DEL MODELO**

Variable	Observaciones	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
<i>Pozo</i>	29	0,172414	0,3844259	0	1
<i>Sistema_tarifario</i>	29	0,862069	0,3509312	0	1

siendo en muchos casos una fuente adicional de suministro. La implantación de un sistema tarifario variable requiere una organización, gestión y control del uso del agua que facilite una medición de los caudales y los consumos fiable y aceptada por todos los comuneros, que permita a la CR facturar a cada agricultor la cantidad de agua utilizada y tener el control de la situación hídrica de la comunidad. Mientras que la posesión de un pozo puede encontrarse en el 17% de las CCRR, el sistema tarifario discriminante estaba implantado en el 86% de éstas (Tabla 5.1).

La estimación del modelo, considerado con la inclusión de las covariables descritas, proporciona resultados robustos, siendo rechazadas, por el test de la tasa de verosimilitud, la inclusión de otras variables como el origen principal del agua de riego que utiliza la CR, la existencia de más de una fuente de suministro alternativa, el año de creación de la CR, la superficie regada, el precio del agua y la garantía de suministro. Además, el resto de variables recogidas en el cuestionario no se han incluido dentro del análisis, dado que éstas eran una consecuencia de la adopción. Por lo tanto, el modelo de la Tabla 5.2 es el que mejor ajuste presenta de todos los modelos estimados con las variables citadas.

**Tabla 5.2: MODELO DE RIESGO PROPORCIONAL  
DE COX PARA LAS CCRR**

Variable	Coefficiente
<i>Pozo</i>	0,2979 (0,557)**
<i>Sistema Tarifario</i>	1,3470 (1,012)*
Observaciones	29
Log Verosimilitud	-56,293
LR $\chi^2$	10,150
Prob > $\chi^2$	0.006

*Números entre paréntesis denotan el error estándar.*

*(\*) Coeficiente significativamente distinto de cero al 90%.*

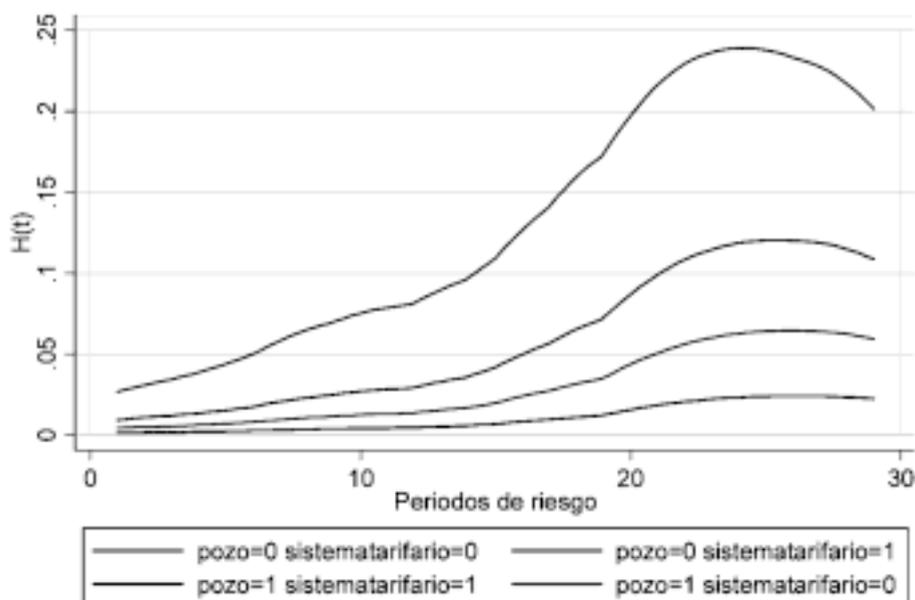
*(\*\*) Coeficiente significativamente distinto de cero al 95%.*

Los coeficientes del modelo han de interpretarse de forma exponencial y proporcional a la función de riesgo estimada (Figura 5.3). Los riesgos relativos representan el impacto marginal de las características de las CCRR sobre la velocidad de adopción, siendo los valores mayores de la unidad los que indican impactos positivos sobre la probabilidad de adoptar y valores menores de uno los impactos negativos. De aquí, la positiva relación entre el impacto de la variable y la probabilidad condicional de adoptar.

Las CCRR que poseen pozo, para la extracción de agua subterránea, tienen una probabilidad condicional de adoptar tecnología casi tres veces superior a las CCRR que no lo poseen, dado que el disponer de esta fuente de suministro supone un impacto proporcional y positivo sobre la función de riesgo. Igualmente, las CCRR que utilizan un sistema tarifario variable y discriminante, en función del consumo, incrementarán de forma considerable la velocidad de adopción, reduciendo casi seis veces y media el tiempo esperado de adopción respecto a las que no lo utilizan.

La Figura 5.3 representa la probabilidad condicional que tiene una CR de adoptar tecnología de distribución y control de agua en los diferentes periodos de tiempo respecto a los posibles valores de las variables explicativas de esta probabilidad. Además, se puede ver como la probabilidad de adoptar se

**Figura 5.3: FUNCIÓN DE RIESGO PROPORCIONAL COX**

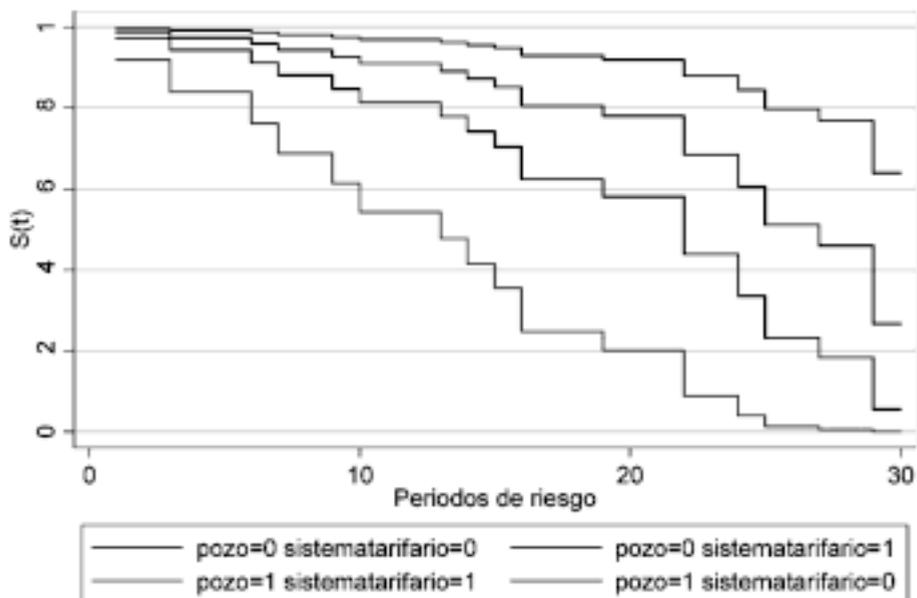


reduce de forma proporcional, y considerablemente, cuando las CCRR estudiadas no poseen un sistema tarifario discriminante ni un pozo de abastecimiento.

Contrariamente, las CCRR que sí que lo poseen incrementan de forma proporcional la función de riesgo del modelo para el periodo analizado. La probabilidad de adopción se incrementa con el tiempo, hasta un periodo de retraso de 26 años, a partir del cual experimenta un pequeño descenso. Así, por término medio, la probabilidad de que una CR de la zona analizada, constituida en el año 1975 o anterior, que no posee tecnología de distribución y control del riego en el año 1980, adopte en el año 1981, es del 1,5%, condicionado a que no haya adoptado aún, mientras que en el año 2000 la probabilidad media de dejar el estado de no adoptante se incrementa al 11,5%. Si esta CR no posee pozo, para la obtención de agua subterránea, ni un sistema tarifario variable, la probabilidad de adoptar en el año 2000 se reduce al 2,5%, mientras que si la CR posee tanto pozo como sistema tarifario variable, la probabilidad de adoptar en esta fecha supera el 23%.

Si se atiende al tiempo de supervivencia estimado por la regresión de riesgo proporcional de Cox (Figura 5.4), la probabilidad de que una CR no haya adoptado en cada periodo de tiempo  $t$  es muy elevada en el primer

**Figura 5.4: FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA PROPORCIONAL DE COX**



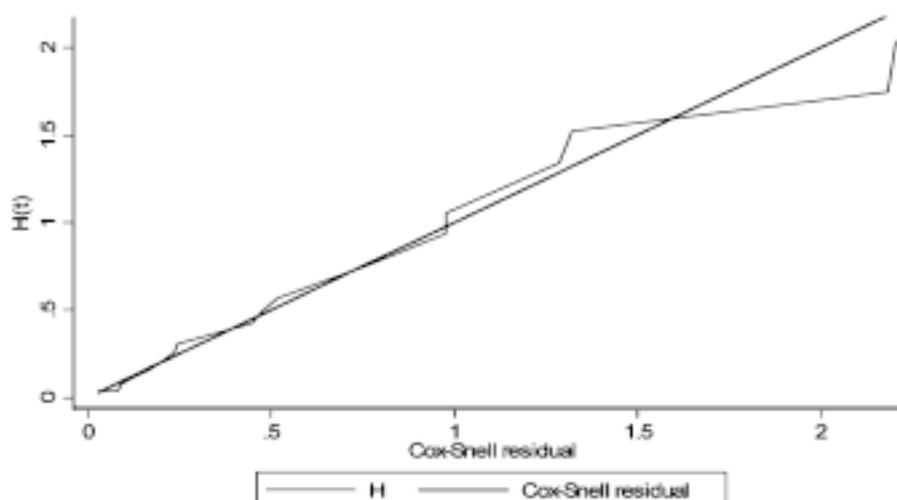
tercio del periodo analizado, habiendo adoptado, a los cinco años de constituirse, un 20% de las CCRR. En los últimos años, el porcentaje de CCRR que no han adoptado tecnología decrece considerablemente. Estas probabilidades están igualmente muy condicionadas a la posesión de un pozo y especialmente al uso del sistema tarifario.

Si la CR posee tanto pozo como sistema tarifario variable, diez años después de su constitución tendrá una probabilidad de adoptar superior al 45%.

Para evaluar la validez del modelo de Cox se ha considerado el análisis gráfico de los residuos (Cox *et al.*, 1968). Para ello, se ha calculado la función de supervivencia acumulada  $H(t)$ , basada en la función de supervivencia Kaplan-Meier, tomando los residuos Cox-Snell como la variable tiempo. Cuando el modelo se ajusta correctamente a los datos, la función de supervivencia  $H(t)$  con respecto a los residuos debería ser una línea recta con pendiente uno, dado que los residuos presentarían una distribución exponencial censurada estándar con un ratio igual a uno. La Figura 5.5 muestra los residuos Cox-Snell para el modelo estimado de Cox.

Resulta interesante el análisis de los efectos de las subvenciones sobre el patrón de difusión. De todas las CCRR que han adoptado tecnología, solamente una de ellas no ha recibido subvención para ello, con lo que desaparece la heterogeneidad de la variable entre los miembros del sistema social

**Figura 5.5: RESIDUOS COX-SNELL: MODELO COX**



adoptante. Así que, casi todas las CCRR que han adoptado han recibido subvención de los organismos públicos para llevar a cabo su plan de modernización dentro del ámbito de actuación del PNR. Esta falta de variabilidad ha sido encontrada en otras variables del cuestionario, así como el efecto de correlación y multicolinealidad entre ellas, por lo que han sido excluidas de los resultados junto a las que no han mostrado ser significativas.

## 5.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO LOCALIZADO POR LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA

Con el objetivo de identificar los factores asociados con la decisión de los agricultores de adoptar riego por goteo y establecer la importancia relativa de los factores que afectan a esta decisión, se ha aplicado la técnica de análisis de duración. Esta técnica permite analizar el tiempo de retraso en la adopción incorporando tanto variables de sección cruzada como dependientes en el tiempo. Este análisis está orientado a proporcionar una base para mejorar el conocimiento en las futuras políticas que se lleven a cabo en el área de adopción de tecnologías de riego y conservación de recursos naturales, teniendo como referencia una zona donde la escasez de agua es el elemento predominante.

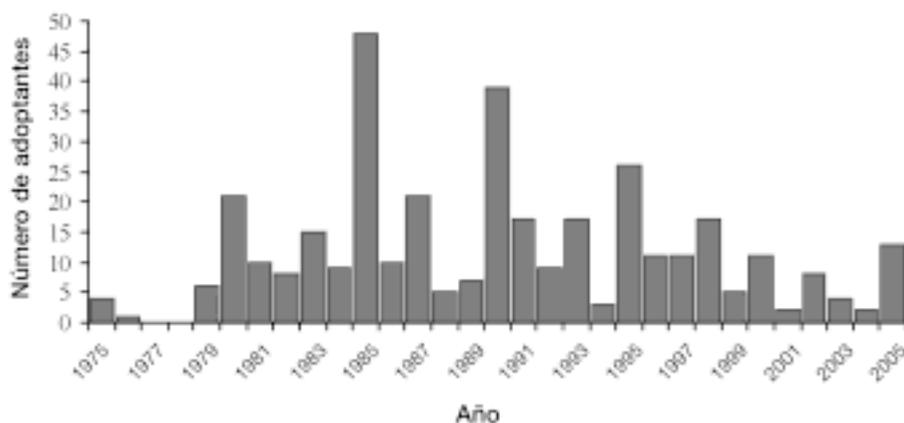
Como se expuso en el capítulo 4, la adopción de riego por goteo por los agricultores es más probable cuando la subjetiva utilidad que ésta le reporta al agricultor ( $U_p$ ) es superior a la utilidad percibida por la tecnología de riego tradicional ( $U_r$ ), por lo que la adopción ocurrirá en el momento del tiempo que  $U_p > U_r$ . Para un agricultor individual la probabilidad de adoptar sería:

$$P_r = f(A, Ec, Ex, En)$$

Donde:

- $P_r$  = Probabilidad de adoptar riego por goteo.
- $A$  = Vector de variables de sección cruzada que describen las características de los agricultores.
- $Ec$  = Vector de variables de sección cruzada y temporales que describen los factores económicos del agricultor.
- $Ex$  = Vector de variables de sección cruzada que describen las características de la explotación.
- $En$  = Vector de variables temporales que describen las características del entorno del agricultor y la explotación.

**Figura 5.6: NÚMERO DE AGRICULTORES QUE ADOPTAN RIEGO POR GOTEO (1975-2005)**



La variable explicada es la diferencia de tiempo entre que un agricultor comienza a trabajar en la explotación o el año en el que apareció la tecnología en el mercado <sup>26</sup>, si es que éste es posterior, y el año en que el agricultor implanta esta tecnología en su explotación. Este rango de duración permite analizar el retraso en la adopción seguido por los agricultores. La Figura 5.6 muestra el número de adoptantes por año desde que la tecnología se encuentra en el mercado hasta el final del periodo analizado, apreciándose una elevada variabilidad en la época de adopción.

La longitud del rango de tiempo analizado está censurada cuando finaliza el periodo analizado y no se ha producido la transición al estado adoptante, encontrándose solamente 12 agricultores encuestados en esta situación, quienes han sido censurados en el año 2005.

Cuando un agricultor adoptó la tecnología en un determinado momento del tiempo, fue debido a que la utilidad percibida de la tecnología en ese año le proporcionaba un beneficio mayor al año anterior, siendo la opción de esperar al año siguiente menos útil para el agricultor que la del año de adopción (Karshenas *et al.*, 1993; Baptista, 2001). En cambio, para los no adoptantes, la utilidad reportada por la tecnología tradicional continuaba siendo superior en el año de la toma de datos.

<sup>26</sup> Si bien en la teoría sobre adopción de innovaciones, Rogers (1962) cita el periodo de tiempo entre el conocimiento y la adopción, se ha considerado el año de comienzo en la explotación puesto que aunque el individuo conociera la tecnología con anterioridad, no pasó a ser potencial adoptante hasta que comenzó a ser agricultor.

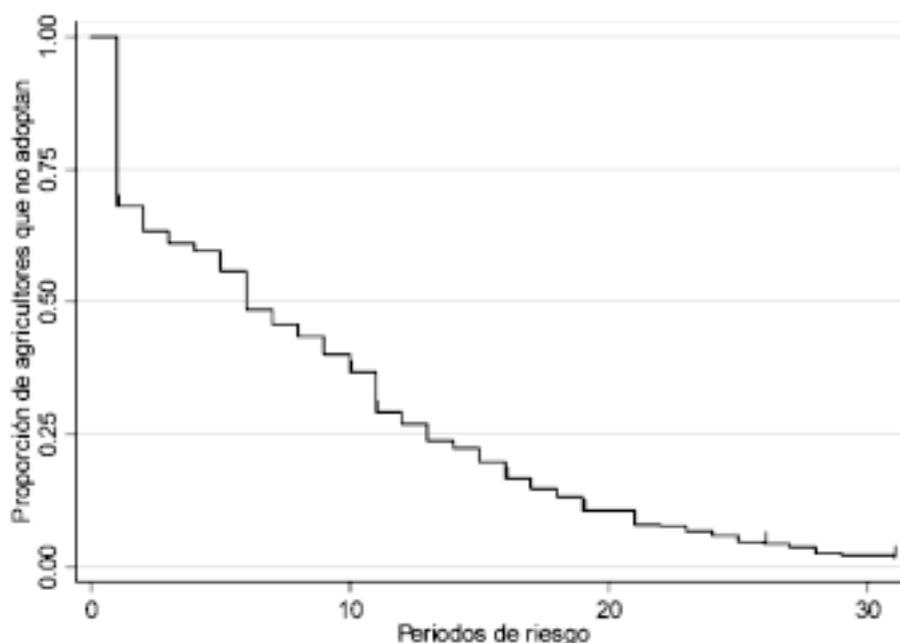
La estimación de los modelos de duración se realiza en tres fases. En la primera se analiza el comportamiento adoptante en el tiempo, en la segunda los efectos de las variables de sección cruzada sobre la duración de los periodos de adopción, y en la tercera fase se incluirán variables temporales para analizar su influencia relativa sobre la decisión de adoptar y la importancia de su inclusión.

### 5.2.1. Estimación del modelo de duración

Para analizar de forma no paramétrica el conjunto de la duración del periodo de adopción, se ha estimado la función de supervivencia de Kaplan-Meier, sin incluir las variables explicativas, sin asunciones sobre la distribución de los tiempos de supervivencia y considerando los datos censurados (Figura 5.7).

Esta función es identificada para los tiempos en los cuales ocurre la adopción, indicando para cada periodo la probabilidad de sobrevivir a  $t$ , es

**Figura 5.7: ESTIMACIÓN NO PARAMÉTRICA DE LA FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA DE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA (ESTIMADOR KAPLAN-MEIER)**

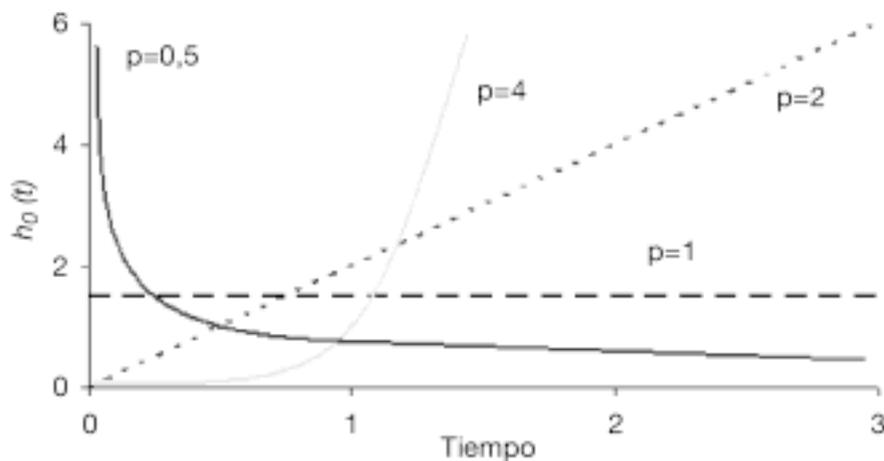


decir, la probabilidad que tiene un agricultor de no adoptar tecnología. El eje horizontal, en una escala de tiempo artificial de 1 a 30 años, indica los periodos de riesgo. Representando el tiempo de retraso que sufre el agricultor desde que comienza a gestionar la explotación hasta que adopta riego localizado. La duración del periodo de adopción tiene un valor medio de 8,47 años y en el periodo inicial vale uno, puesto que todos los agricultores son considerados no adoptantes. El valor de la función presenta un descenso brusco después del primer intervalo de tiempo debido a que 116 agricultores (32,22% de la muestra) adoptan tecnología de riego el año que comienzan a gestionar la explotación agraria. A partir del primer año las adopciones son progresivamente crecientes y en el sexto y undécimo periodo se producen otros descensos considerables originados por la adopción del 7,22% y 7,78% de la muestra respectivamente. Los agricultores que adoptaron tecnología después de once años gestionando su explotación representan el 23,33% de la muestra y las adopciones, aunque continuas, se han dilatado durante los veinte periodos de riesgo restantes.

### **5.2.2. Estimación del modelo de duración con variables de sección cruzada**

Como se expuso en el capítulo 4, la estimación de las funciones de riesgo y supervivencia, que consideren el efecto de las variables independientes, se pueden estimar sin imponer una forma funcional concreta a la función de riesgo base siguiendo el modelo propuesto por Cox (1972), o de una forma alternativa consistente en la imposición de una determinada forma paramétrica de la función de riesgo base. Tras las estimaciones semiparamétricas y paramétricas que siguen las distribuciones exponencial, Weibull, Gompertz, logística, log-normal, log-logística y gamma generalizada, la forma funcional Weibull ha resultado ser la que mejores ajustes de los modelos presenta en el análisis de los tiempos de adopción de tecnología de riego localizado por los agricultores. Esta forma funcional ha sido anteriormente utilizada en los trabajos de Karshenas y Stoneman (1993), Carletto y de Janvry (1999), Burton *et al.* (2003), Smith (2004), Abdulai y Huffman (2005) y D'Emden *et al.* (2006), entre otros.

Tal y como demostraron Karshenas y Stoneman (1993), los efectos del aprendizaje endógeno, generalmente analizados por analogía con la difusión de epidemias a través de una curva de difusión logística, pueden ser capturados por la función de riesgo base empleada al estimar la función de riesgo a partir de la ecuación [7]. Al representar la función de riesgo base, ha sido fundamental la selección de la forma funcional apropiada.

**Figura 5.8: DIFERENTES FORMAS DE LA FUNCIÓN WEIBULL**

La función de riesgo base de la distribución Weibull viene representada por  $h_0(t) = \lambda p t^{p-1}$ , donde los parámetros a estimar definen la forma funcional. La dependencia de la duración será positiva o negativa, dependiendo de si el parámetro  $p$  toma valores mayores o menores que uno respectivamente, transformándose en una distribución independiente de  $t$  cuando  $p$  vale uno. El parámetro  $\lambda$  implica la velocidad instantánea de adopción y la consecuente velocidad de la difusión de la tecnología entre la población (Figura 5.8).

La función de riesgo determinará la tasa de adopción esperada y, a nivel agregado, el patrón de difusión y los parámetros  $\lambda$  y  $p$  definirán la escala y la forma de la distribución respectivamente. Si el parámetro  $p$  es distinto de cero indicará una dependencia temporal del riesgo, que incrementará o disminuirá monótonamente dependiendo de su valor.

Una vez establecida la función de riesgo base, al estimar la función de riesgo, la inclusión de las variables independientes descritas en el apartado 4.5.2 y cuyos estadísticos descriptivos pueden verse en la Tabla 5.3, permiten analizar los diferentes impactos de éstas sobre las probabilidades condicionales de adopción.

El capital humano ha sido medido a través de siete variables, que permitirán describir cómo las características de los individuos han afectado a la adopción tal y como se expuso en el apartado 3.1.1. La variable que describe el año en el cual los agricultores comenzaron a gestionar su explotación (*Comienzo*) abarca desde el año previo del comienzo del periodo analizado hasta casi finales de éste, presentando una correlación negativa con la edad

**Tabla 5.3: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS  
DE LAS VARIABLES DE SECCIÓN CRUZADA**

<b>Variable</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<i>Comienzo</i>	360	1981,61	8,2068	1974	2003
<i>Estudios</i>	360	0,7361	0,4413	0	1
<i>Cooperativa</i>	360	0,4694	0,4997	0	1
<i>Información</i>	360	0,2944	0,4564	0	1
<i>Riesgo</i>	360	5,6394	3,1081	0	10
<i>Rendimiento</i>	360	7,4241	1,9723	0	10
<i>Calidad</i>	360	7,4705	1,7712	0	10
<i>Trabajadores</i>	360	0,7222	0,4485	0	1
<i>Superficial</i>	360	0,2111	0,4086	0	1

(-0,66) y la experiencia o antigüedad (-0,86) del agricultor. Medidas de una u otra manera, las variables que reflejan las características de los agricultores han mostrado influencias de distinto signo sobre la adopción.

El nivel de estudios que poseen los agricultores (*Estudios*) se espera afecte de forma positiva a la velocidad de difusión, al igual que la pertenencia a una sociedad cooperativa, puesto que ambas variables contribuyen a la capacidad de conocimiento del agricultor y ésta se encuentra positivamente relacionada con elevados niveles de adopción.

Las fuentes de información y su fiabilidad han sido igualmente importantes a la hora de analizar la adopción, por lo que, para la variable *Información* el signo esperado será positivo, dada la importancia de la calidad de la información procedente de personal especializado en el uso de la tecnología.

Las preferencias de los agricultores frente a la tecnología y sus percepciones han sido consideradas en cuanto al grado de aceptación de riesgos manifestado, frente a la adopción de nuevos cultivos y técnicas de producción (*Riesgo*), así como la importancia de sus objetivos cuando se enfrentaron a la decisión de adoptar (*Rendimiento*, *Calidad*). Tanto la asunción de riesgos, como la importancia de la ganancia de calidad en la producción derivada de la adopción de riego localizado, se espera que afecten de forma positiva a la adopción, mientras que los agricultores que hayan valorado de forma positiva la adquisición de mayores rendimientos se estima que posean mayores retrasos en la adopción.

La variable que define la dimensión empresarial de la explotación, como contratación de personal ajeno a la familia, se espera que afecte positivamente a la adopción. Generalmente, las explotaciones con mayor tamaño empre-

sarial han sido más innovadores debido a que han podido soportar con más facilidad los costes fijos de implantación de la tecnología y han tenido más facilidad para disponer de capital para su adquisición tal y como se vio en el apartado 3.1.2.

En cuanto a las características de la explotación expuestas en el apartado 3.1.3, la influencia de la variable *Superficial* se espera que sea negativa, dado que los agricultores que se abastecen solamente con el agua que les suministra la CR, no requieren de una fuente adicional que les garantice el suministro. Es posible deducir un abastecimiento satisfactorio para aquellos agricultores que no necesitan complementar sus caudales con aguas subterráneas, el cual transmitirá una menor percepción de la dimensión del precio del agua y una menor percepción de la escasez. También podría darse el caso que existan agricultores que no utilicen agua subterránea porque no tienen posibilidades de acceso a ésta, con lo cual estos agricultores estarían infra-dotados y sí que presentarían unas elevadas necesidades hídricas y percepciones de la escasez elevadas. El grupo de agricultores que no utilizan el agua subterránea suponen el 21% de la muestra y presentan un tamaño medio de 13 hectáreas ocupadas en un 76% por cítricos. Tras hablar con los celadores de las diferentes casetas, del perfil de estos agricultores se desprende que, de forma general, el abastecimiento es suficiente para sus cultivos dado que tienen parte de la superficie de cultivo en barbecho.

El modelo así estimado proporciona el efecto relativo de las variables independientes sobre la función de riesgo. Los coeficientes mayores de cero incrementarán de forma positiva la velocidad de adopción, y los menores impactarán de forma negativa sobre la probabilidad condicional de adoptar tecnología en el siguiente periodo de riesgo. Los coeficientes del modelo han de interpretarse de forma exponencial y proporcional a la función de riesgo. Los riesgos relativos ( $e^{\beta}$ ) representan el impacto marginal de las variables sobre la velocidad de adopción, siendo los valores mayores de uno los que indican impactos positivos sobre la probabilidad de adoptar, y valores menores de uno los impactos negativos. La función de riesgo proporcional, con una función de riesgo base que sigue una distribución Weibull, y estimada para los valores medios de las variables, puede apreciarse en la Figura 5.9.

La estimación del modelo de riesgo proporcional paramétrico continuo <sup>27</sup> se ha llevado a cabo por máxima verosimilitud, para variables de sección

---

<sup>27</sup> Las estimaciones se han realizado con el programa Stata 8.2.

cruzada y una especificación de la función de riesgo base Weibull<sup>28</sup>, según la ecuación [7]. Los resultados del modelo, y los valores de los coeficientes, junto a la contrastación de la hipótesis de que estos sean distintos de cero, se pueden ver en la Tabla 5.4

De las nueve variables analizadas, seis de ellas presentan coeficientes significativamente distintos de cero, al igual que los parámetros estimados para la distribución de la función de riesgo base. El año que el agricultor comienza a trabajar en la explotación afecta de forma positiva a la velocidad de adoptar tecnología de riego por goteo, siendo los agricultores con mayor experiencia más propensos a adoptar tecnología. Igualmente, los agricultores miembros de una cooperativa agraria presentan mayores preferencias por la adopción temprana.

Los canales de comunicación juegan un papel fundamental sobre la adopción de innovaciones, sugiriendo la variable *Información* que los agricultores que conocieron de la existencia del riego por goteo, a través de agentes externos especializados, adoptaron con mayor velocidad que los que conocieron la tecnología por otros.

Las percepciones de los individuos, discutidas en el apartado 3.1, han mostrado su impacto relativo sobre la probabilidad condicional de adoptar. Así, los agricultores que demostraron tener una mayor disposición a asumir riesgos adoptaron con mayor velocidad, que los agricultores aversos al riesgo. Contrariamente, las percepciones previas a la adopción, sobre el incremento de los rendimientos que origina la adopción, han impactado de forma negativa sobre la probabilidad de adoptar. Esto puede ser debido a que los agricultores más innovadores tienen entre sus objetivos la mejora de la calidad de las producciones, en contra de la cantidad obtenida, y para ello, han mostrado una actitud positiva a la asunción de riesgos tecnológicos, que les permita alcanzar sus objetivos con mayor facilidad.

La variable *Superficial* indica la propensión negativa a adoptar tecnología de aquellos agricultores que solamente utilizan agua superficial, frente a los agricultores que utilizan agua procedente del trasvase y subterránea, los cuales presentan una mayor percepción de la escasez y la dificultad de la obtención del agua.

---

<sup>28</sup> La especificación Weibull para la función de riesgo base presenta los mejores ajustes del modelo que las otras especificaciones citadas, tal y como se desprendió de las diferentes estimaciones.

**Tabla 5.4: MODELO DE RIESGO PROPORCIONAL CONTINUO PARA AGRICULTORES**

Variable	Coeficiente	
<i>Comienzo</i>	0,1258	(0,0087)***
<i>Estudios</i>	0,2022	(0,1324)
<i>Cooperativa</i>	0,2156	(0,1167)**
<i>Información</i>	0,3858	(0,1229)***
<i>Riesgo</i>	0,0664	(0,0197)***
<i>Rendimiento</i>	-0,0424	(0,0325)*
<i>Calidad</i>	0,0149	(0,0359)
<i>Trabajadores</i>	0,0401	(0,1535)
<i>Superficial</i>	-0,4128	(0,1606)**
<i>Constante</i>	-252,3298	(17,2128)***
Ln ( $\lambda p$ )	0,2979	(0,0397)***
<i>p</i>	1,34702	(0, 05346)
Observaciones	360	
Log Verosimilitud	-430,83812	
LR $\chi^2$	266,88	
Prob > $\chi^2$	0,0000	

Números entre paréntesis denotan el error estándar.

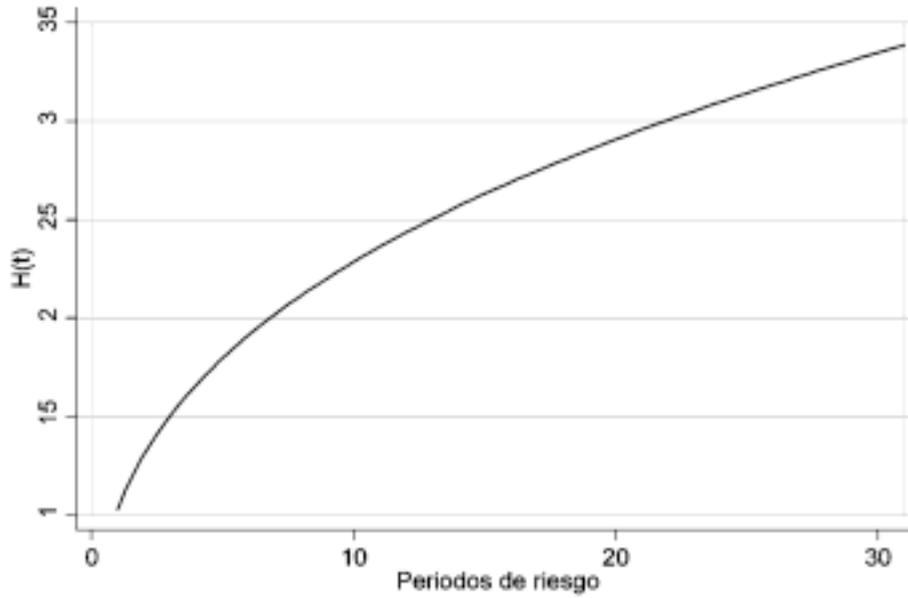
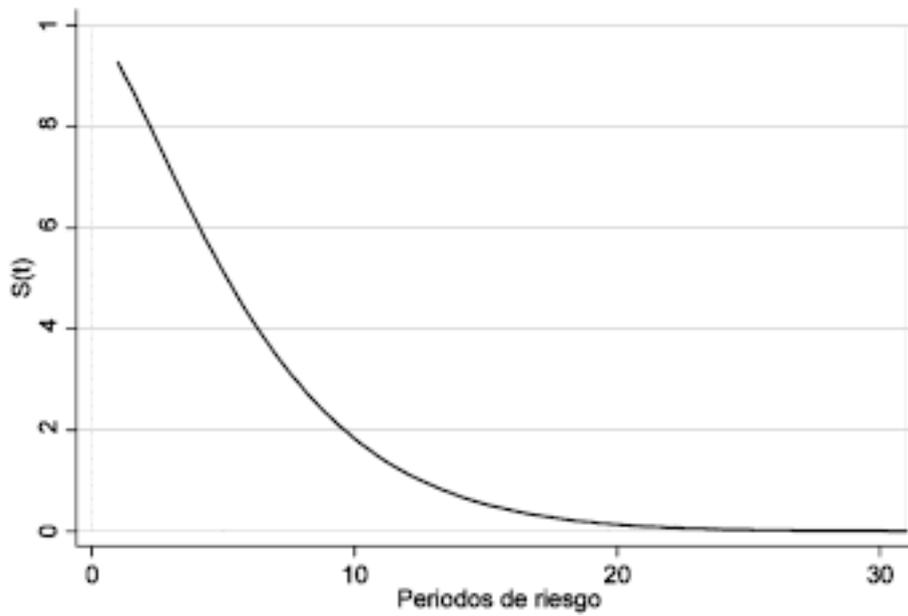
(\*) Coeficiente significativamente distinto de cero al 90%.

(\*\*) Coeficiente significativamente distinto de cero al 95%.

(\*\*\*) Coeficiente significativamente distinto de cero al 99%.

Como se aprecia en la Figura 5.9, la probabilidad de adoptar riego por goteo, condicionada a que los agricultores no han adoptado en el periodo anterior, incrementa de forma positiva y proporcional a la función de riesgo base que sigue una distribución Weibull. Los impactos de las diferentes variables significativas sobre la función de riesgo, afectarán proporcionalmente y de forma positiva o negativa, según el signo de su coeficiente.

La función de supervivencia estimada, para los valores medios de las variables del modelo (Figura 5.10), confirma el elevado número de agricultores que comienza a trabajar y adopta tecnología el año siguiente reduciendo la probabilidad de sobrevivir, o lo que es lo mismo, aumentando la probabilidad de adoptar el primer periodo. Igualmente, se puede apreciar cómo la probabilidad de adoptar a lo largo de los periodos de tiempo, incrementa de forma muy rápida hasta llegar al periodo diez, a partir del cual la probabilidad de adoptar en el siguiente periodo ya supera el 80%.

**Figura 5.9: FUNCIÓN DE RIESGO PROPORCIONAL WEIBULL****Figura 5.10: FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA PROPORCIONAL WEIBULL**

### 5.2.3. Estimación del modelo de duración que incluye variables temporales

La inclusión de variables temporales permite analizar los diferentes efectos de éstas sobre la longitud del periodo de adopción, ayudando enormemente a la comprensión del proceso de difusión seguido, tanto desde el enfoque de los miembros del sistema social, como desde el de la innovación. Esta inclusión captura parte del proceso dinámico subyacente del proceso, dado que, los cambios de los valores de las variables exógenas dependientes del tiempo, son los mismos para todos los agricultores, y otorgan una componente de dependencia de la duración, que es equivalente para todas las probabilidades de adopción. La incorporación de este tipo de variables supone una considerable ventaja respecto a los modelos de adopción comúnmente utilizados, como los logit, probit y tobit.

Para flexibilizar la función de riesgo base en el tiempo, se ha introducido el parámetro  $\alpha$  como una variable *dummy* que establece unos pasos fijos significativos en los dos primeros periodos analizados<sup>29</sup>. Esto le permitirá a  $h_0(t)$  cambiar entre los periodos de la duración (Jenkins, 1995), adoptando finalmente la función de riesgo base que sigue una distribución Weibull así definida:

$$h_0(t) = \lambda p t^{p-1} + \exp\left(\sum_{i=1}^2 \alpha_i\right) \quad [23]$$

Donde si  $\alpha_t=0$  ( $t=1,2$ ) la función de riesgo tendrá forma de Weibull y si  $\alpha_t \neq 0$  ( $t=1,2$ ) el valor de  $h_0(t)$  tendrá un valor concreto para ese periodo. Si  $\alpha_t=0$  ( $t=1,2$ ) y  $p=1$ ,  $h_0(t)$  tendrá una especificación constante, puesto que colapsará en una forma exponencial. Si  $\alpha_t$  es positiva, implicará una mayor propensión del individuo a la adopción temprana, por lo que se incrementará en mayor medida la pendiente del patrón de difusión acumulado.

Las nuevas variables introducidas, en el nuevo modelo, han sido descritas en el apartado 4.5.4 y respecto al modelo anterior se incluirán: la variable que mide los precios del agua de riego, deflactados al año 1975, con respecto a la variación temporal del precio de la energía y los lubricantes, y las cantidades de agua anuales trasvasadas a la Cuenca del Segura desde la Cuenca del Tajo. Los estadísticos descriptivos de estas variables se pueden encontrar en la Tabla 5.5.

<sup>29</sup> En el experimento se han incluido variables *dummy* para todas las duraciones mayores de dos, pero no se apreciaron impactos significativos.

**Tabla 5.5: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS  
DE LAS VARIABLES TEMPORALES**

<b>Variable</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<i>Precio_Agua</i>	31	0,0001898	0,0000491	0,000035	0,000292
<i>Disponibilidad</i>	31	186,23	137,21	0	445

La variable que mide los diferentes precios del agua se espera que afecte de forma positiva a la adopción, dado el elevado consenso encontrado en los diferentes trabajos de investigación analizados en el apartado 3.1.2. En cuanto a la disponibilidad de agua procedente del trasvase del Tajo, y el conocimiento por parte de los agricultores de la cantidad de agua trasvasada a principios del año hidrológico, y las previsiones de las dotaciones restantes, se espera que también afecten positivamente, dado que la garantía de suministro, que una mayor dotación reportará a los agricultores, se encontrará directamente relacionada con la adopción temprana, tal y como se expuso en los apartados 3.1.3 y 3.1.5.

En la muestra analizada, casi todos los agricultores han adoptado riego por goteo (96,7%), pero 34 de ellos, cuando comenzaron a trabajar en la explotación ya disponían de esta tecnología, lo que demuestra que la decisión de adoptar fue realizada por su predecesor en la explotación. Esto se ha considerado en el análisis de manera que el modelo ha sido especificado para dos grupos de datos, uno que solamente incluye a los agricultores que tomaron la decisión de adoptar riego por goteo (Modelo 1) y otro que incluye a los agricultores que cuando comenzaron a gestionar su explotación la tecnología ya se encontraba implantada por su predecesor (Modelo 2).

La estimación del modelo de riesgo proporcional paramétrico discreto, que incorpora la heterogeneidad individual inobservada, se ha realizado por máxima verosimilitud, incluyendo variables tanto fijas como variables en el tiempo y una especificación de la función de riesgo base Weibull<sup>30</sup> según la ecuación [11]. Los resultados para ambos modelos pueden apreciarse en la Tabla 5.6.

El modelo así estimado proporciona los coeficientes de las variables independientes, tanto de sección cruzada como variables en el tiempo, sobre la función de riesgo, que al compararlo con otros modelos, que incluían otras

<sup>30</sup> La especificación Weibull para la función de riesgo base presenta los mejores ajustes del modelo que las otras especificaciones citadas, tal y como se desprende de las diferentes estimaciones.

variables independientes, a través del test de la tasa de verosimilitud, se ha rechazado la hipótesis de que la inclusión de estas variables sean distintas de cero. Por lo tanto, se puede afirmar la robustez en la estimación del modelo aquí expuesto, y la conveniencia de la inclusión de estas variables.

Estos modelos también han de interpretarse en términos de riesgo relativo, exponencial del coeficiente, y de forma proporcional a la función de riesgo, indicando el signo de los coeficientes el sentido del impacto sobre la función de riesgo. Se puede apreciar, respecto al modelo que no incluye variables temporales, que además de la significatividad de estas variables, se produce un aumento de variables de sección cruzada significativas, que cobran importancia al considerarse los efectos temporales en el análisis. La especificación de la función de riesgo base aparece de forma altamente significativa, para los parámetros que la componen, y la importancia de la consideración de los efectos temporales y la idoneidad del análisis de duración, para la estimación de los modelos de adopción de tecnología de riego, ha quedado manifiesta.

La Tabla 5.6 reporta las estimaciones, por máxima verosimilitud, de los parámetros que han determinado la adopción de la tecnología de riego por goteo en los agricultores, el test de la tasa de verosimilitud, el número de observaciones para la muestra expandida, según los periodos de riesgo personales, los coeficientes estimados para el modelo Weibull, el error estándar de la estimación y de los coeficientes. También se incorpora el coeficiente de la fragilidad gamma y la probabilidad de que ésta sea distinta de cero. De las 14 variables estudiadas, 11 son significativas al 5% o superior, respecto a la hipótesis nula de no impacto sobre la función de riesgo. Coeficientes positivos implican que, la variable tiene un impacto positivo sobre la probabilidad de que el rango de tiempo finalice y viceversa. Por ejemplo, *Cooperativa* ( $e^{0.7309}=2.077$ ) indica que, los agricultores que son miembros de una cooperativa tienen el doble de probabilidad condicional de adopción de riego por goteo, que los que no pertenecen a ningún tipo de asociación. De forma similar, *Superficial* ( $e^{-0.9974} = 0,37$ ) indica que, la tasa de riesgo de los agricultores que utilizan solamente agua superficial es un 37% de la tasa de riesgo, de aquellos que también utilizan la subterránea.

Con respecto al modelo calculado en el apartado 5.2.2, los coeficientes de la función de riesgo incrementan la velocidad del proceso de adopción al introducir variables dependientes del tiempo en el modelo, e incluso algunas variables de sección cruzada, que no se mostraban significativas en el análisis previo, han resultado serlo con la inclusión de estas variables. Las consideraciones temporales del análisis de la adopción de innovaciones, a

**Tabla 5.6: MODELO DE RIESGO PROPORCIONAL DISCRETO PARA AGRICULTORES CON VARIABLES TEMPORALES**

Variables	Modelo 1		Modelo 2	
	Coeficiente		Coeficiente	
$\alpha_1$	4,4074	(0,6103)***	4,6233	(0,6059)***
$\alpha_2$	1,9543	(0,4527)***	1,9631	(0,4559)***
Comienzo	0,2894	(0,0427)***	0,3132	(0,0488)***
Estudios	0,4265	(0,3000)*	0,5057	(0,3066)*
Cooperativa	0,7309	(0,2899)**	0,6049	(0,2849)**
Información	1,7091	(0,3545)***	1,6408	(0,3646)***
Riesgo <sup>a</sup>	0,0049	(0,0025)**	0,0049	(0,0026)*
Rendimiento <sup>a</sup>	-0,0123	(0,0059)**	-0,0122	(0,0061)**
Calidad <sup>a</sup>	0,0148	(0,0075)**	0,2104	(0,1013)**
Superficial	-0,9974	(0,3849)***	-0,9728	(0,3818)**
Trabajadores	0,5515	(0,3421)*	0,5678	(0,2440)*
Precio_Agua <sup>a</sup>	0,0017	(0,0008)**	0,0017	(0,0008)**
Disponibilidad <sup>a</sup>	0,0057	(0,0016)***	0,0062	(0,0016)***
(p-I)	3,0928	(0,4304)***	3,0473	(0,4338)***
Ln ( $\lambda p$ )	-582,4654	(85,2602)***	-629,5256	(97,1844)***
u	0,4459	(0,1947)**	0,4895	(0,1994)***
v	1,5620	(0,3042)***	1,6316	(0,3254)***
Log Verosimilitud	-773,5849		-801,7966	
Numero de obs.	2884		2918	
Chi <sup>2</sup> (test gamma)	81,24		81,44	
Prob>Chi <sup>2</sup> (test gamma)	1,0e <sup>-19</sup>		9,0e <sup>-20</sup>	

<sup>a</sup> Coeficientes expresados en forma porcentual; Números entre paréntesis denotan el error estándar.

\* Coeficiente significativamente distinto de cero al 90%.

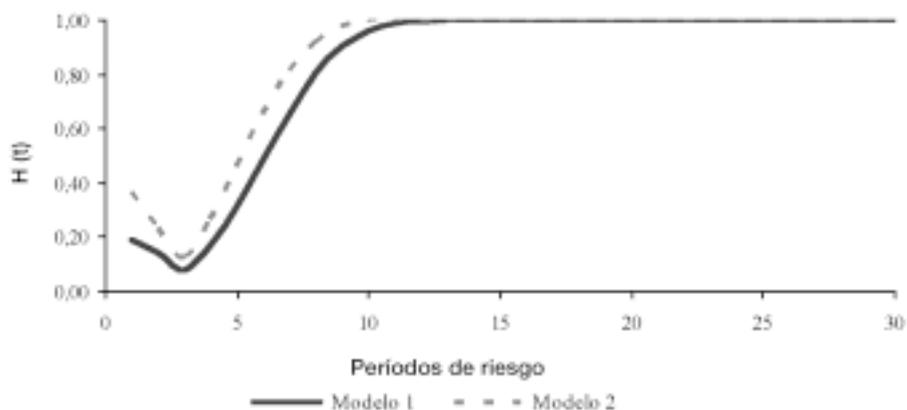
\*\* Coeficiente significativamente distinto de cero al 95%.

\*\*\* Coeficiente significativamente distinto de cero al 99%.

través de la metodología de AD, mejoran las estimaciones realizadas en el pasado a través de modelos de elección discreta.

Al comparar los dos modelos estimados con variables temporales, se puede apreciar que, en principio, el comportamiento de éstos parece similar, pero cuando se incluyen en el análisis a los agricultores que no adoptaron ellos mismos (Modelo 2) la velocidad de difusión se acelera en el tiempo, como se aprecia en la función de riesgo (Figura 5.11), aumentando la probabilidad de adoptar antes, en cada uno de los periodos de riesgo analizado,

**Figura 5.11: FUNCIÓN DE RIESGO PROPORCIONAL ESTIMADA PARA LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**



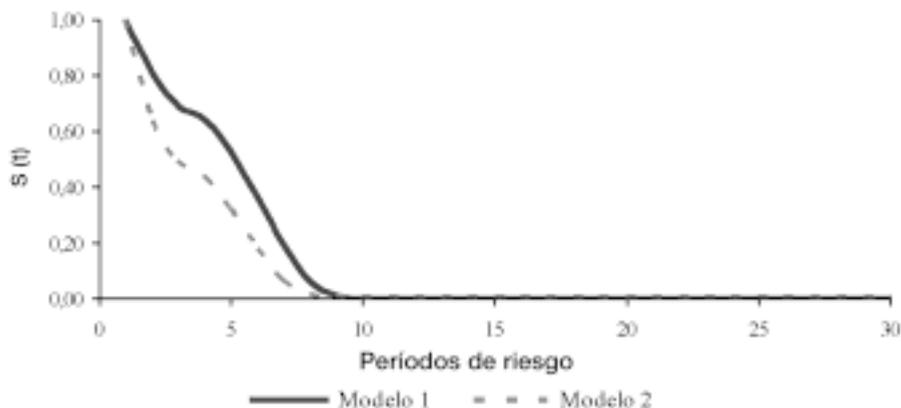
como indica la función de supervivencia (Figura 5.12). Los agricultores que ya encontraron la tecnología implantada en sus explotaciones, no conciben el cultivo sin esta tecnología y, aceleran el proceso de difusión.

La variable *Riesgo* pierde significatividad en el Modelo 2, porque estos nuevos agricultores incorporados al modelo, respecto al modelo estimado con los agricultores que realmente tomaron la decisión, presentan un grado de aversión al riesgo que afecta con menor importancia sobre la probabilidad de adoptar. Además, al incluir a todos los agricultores, el efecto de la variable *Estudios* sobre la función de riesgo incrementa su impacto, al igual que la variable *Trabajadores*.

Dada la importancia que la toma de decisiones y el comportamiento de los individuos tienen en este trabajo, se considera que el Modelo 1 es el que mejor se aproxima a la realidad planteada, dado que recoge solamente a los agricultores que consideraron y evaluaron la adopción tecnológica, tanto de forma previa como posterior a la adopción. Por ello, los resultados aquí expuestos y sus conclusiones derivadas se fundamentarán en el análisis y estimaciones del Modelo 1.

La función de riesgo tiene unos valores fijos en los dos primeros años que incrementan su valor, reduciendo consecuentemente el tiempo esperado de adopción, tal y como la variable  $\alpha$  define en el modelo. A partir del tercer año, ésta presenta una forma Weibull con una fuerte dependencia temporal y un rápido crecimiento. Esto indica que la probabilidad de que un agricultor de la comunidad de regantes adopte riego por goteo, desde que la tecnología

**Figura 5.12: FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA PROPORCIONAL ESTIMADA PARA LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**



está en el mercado, o éste comienza a trabajar, incrementa considerablemente con el tiempo, siendo ésta superior al 90% a partir del noveno año.

En el primer periodo de tiempo, la función de supervivencia decae debido a que 82 agricultores adoptan el año en el que comienzan a gestionar la explotación, reduciéndose consecuentemente la probabilidad de sobrevivir (no adoptar) al 80%. A partir del cuarto año, la probabilidad de no adoptar riego por goteo se reduce en sólo tres años a menos del 10%, llegando a ser nula a partir del décimo año.

Las variables analizadas se pueden englobar dentro de los grandes grupos de factores que inciden en la adopción de innovaciones, e identificar su incidencia en función de la utilidad marginal que cada variable reporta a los agricultores en la toma de decisión, presentando cada una de ellas, unas implicaciones que favorecen la adopción entre agricultores y la consecuente difusión de la tecnología en la zona.

Respecto a las características del agricultor, la variable *Comienzo*<sup>31</sup> indica que, los agricultores que se incorporaron a la actividad agraria más tarde tardaron menos tiempo en adoptar. Esto es debido a que conforme el agricultor inicia la actividad más tarde en el tiempo, existen mayores niveles de conocimiento, sobre el uso y manejo de la tecnología, y mayores niveles de

<sup>31</sup> Esta variable ha sido introducida en el modelo variando en el tiempo de forma intrínseca dando similares resultados.

adopción entre vecinos. Por ello, el agricultor que comienza a gestionar una explotación un año después, tiene un 33% más de probabilidad instantánea de adopción, que el que comenzó el año anterior. Esta variable explicaría la reducción de la incertidumbre en torno a la tecnología con la adquisición de conocimientos en el tiempo. También sugiere que los individuos más jóvenes y que tienen menos experiencia como agricultores, puesto que éstas variables se encuentran negativamente relacionadas con el año de comienzo, adoptarán con mayor rapidez, presentando una mayor atracción por las nuevas tecnologías tal y como se previó en el capítulo 3.

Por otro lado, la variable *Estudios* tiene una influencia positiva sobre la velocidad de adopción. El nivel de formación del gestor de la explotación se ha encontrado siempre positivamente relacionado con los niveles de adopción de tecnologías beneficiosas, que no son extremadamente complejas, como es el caso de la tecnología de riego por goteo.

Que la variable *Cooperativa* aparezca de forma positiva y significativa en el modelo se puede interpretar según las características del agricultor, puesto que las cooperativas han contribuido a la información, formación y asesoramiento de los agricultores y, por lo tanto, han desarrollado su capacidad formativa. También, se puede interpretar en base a los factores económicos, dado que las cooperativas han facilitado el acceso al crédito a los agricultores, tanto en sus secciones de crédito y aprovisionamientos, como facilitando el acceso a los Fondos Operativos de la UE. Por ello, el agricultor que es miembro de una cooperativa, tiene una probabilidad condicional de adoptar riego por goteo doble que el agricultor que no lo es.

La variable *Información* aporta que, los agricultores que conocieron la tecnología a través de profesionales de la agricultura, como comerciales de la tecnología, servicios de extensión agraria y centros de investigación, tienen una probabilidad de adoptarla antes, cinco veces y media superior, que aquellos que no recibieron información técnica, y conocieron la tecnología de riego por goteo porque la vieron en otros agricultores. Esta variable confirma la importancia de la calidad de la información y la fiabilidad de su fuente.

Como se comentó en el capítulo 3, las preferencias y las percepciones de los individuos en la toma de decisiones han resultado ser determinantes en numerosos estudios. En este trabajo tres percepciones han sido significativas. Una de ellas, la variable *Riesgo*, es importante, no sólo como percepción, sino también como actitud del individuo frente a la gestión de la explotación, dado que según la significatividad del modelo, los agricultores menos aversos al riesgo frente a nuevos cultivos, nuevas técnicas de producción y nue-

vas tecnologías en general, presentarán una mayor propensión a la adopción temprana.

Respecto a las preferencias y percepciones que los agricultores poseen y cómo éstas los han movido a través de su realidad percibida, se puede apreciar que, los agricultores que dieron una elevada importancia al incremento de la calidad de sus productos, a la hora de adoptar riego por goteo (*Calidad*), ha influido de forma positiva en la velocidad de adopción. La obtención de productos de calidad es generalmente incompatible con elevados rendimientos en agricultura, por lo que la asociación entre estos dos atributos de los productos es agronómicamente negativa.

Por ello, la evaluación de la importancia de la búsqueda de mayores rendimientos, antes de tomar la decisión de adoptar, ha impactado de forma negativa sobre la probabilidad de adoptar tecnología de riego por goteo, dado que los agricultores no se muestran realmente interesados en incrementar la cantidad de producto, sino otros atributos como la calidad, uniformidad, precocidad, etc. La utilidad marginal que esta preferencia (*Cantidad*) proporciona al agricultor a la hora de adoptar es negativa.

Las percepciones de los decrementos en rendimiento e incrementos en calidad, y su efecto positivo sobre la velocidad de adoptar tecnología de riego, demuestran implícitamente que lo que los agricultores innovadores pretenden es adecuar sus cultivos a las tendencias de los mercados europeos, para reducir con ello la variabilidad de los precios de sus productos y, por consiguiente, la varianza de sus ingresos.

Respecto a las variables englobadas dentro de los factores económicos de la explotación y su utilidad marginal sobre la decisión de adoptar, la variable *Trabajadores* indica la propensión a la adopción temprana de los agricultores que poseen más de una persona contratada al año, respecto a los agricultores que están al frente de una explotación gestionada principalmente por los miembros de la familia. Esta variable ha sido ampliamente utilizada como *proxy* del tamaño de la empresa, del volumen de negocio, y del acceso al capital, confirmando que los agricultores de mayor tamaño empresarial presentan una probabilidad de adopción de tecnología de riego un 72% superior a los agricultores cuya explotación tiene un menor tamaño.

El precio del agua es una variable económica que cobra una elevada importancia en los factores del entorno, ya que el mismo es establecido por los organismos públicos gestores. Esta variable ha sido frecuentemente analizada como fuente de heterogeneidad espacial en diferentes zonas de cultivo pero, en la unidad de análisis de este trabajo, el precio del agua no presenta variaciones espaciales sino temporales, tal y como recoge la variable

*Precio\_Agua*, que indica la relación positiva entre los incrementos de precios del agua y las probabilidades de adopción de la tecnología que la ahorra. Un incremento del precio del agua, respecto del precio de la energía y los carburantes, del 10% tendrá un impacto proporcional y positivo del 1,6% sobre la función de riesgo.

En cuanto al origen del agua de riego, el modelo indica, a través de la variable *Superficial*, que aquellos agricultores que solamente utilizan agua procedente del trasvase del Tajo, presentan una probabilidad de adoptar riego por goteo muy inferior, a los que utilizan tanto agua del trasvase como agua subterránea. Por lo tanto, no tener acceso a fuentes de suministro alternativas, a la usual de la zona, está reduciendo la probabilidad de adoptar tecnología de riego, dado que esto está disminuyendo la garantía de suministro mínima que el agricultor necesita para adoptar. Así, la variable que mide el origen del agua sugiere que, los agricultores necesitan de una fuente alternativa que les garantice el suministro mínimo para tomar la decisión de adoptar. Además, el precio del agua subterránea en la zona es unas tres veces superior al precio del agua del trasvase del Tajo, con lo que el empleo de agua subterránea permite a los agricultores percibir un mayor precio del agua, y una mayor propensión a adoptar tecnología que la ahorre.

Respecto a la disponibilidad de agua, medida como el agua proveniente del trasvase del Tajo, revela que el agricultor necesita de una disponibilidad de agua mínima para tomar la decisión de adoptar, de ahí que, incrementos en la variable *Disponibilidad* han aumentado la probabilidad condicional de adoptar tecnología de riego, correspondiéndose incrementos del 10% de la cantidad trasvasada, con incrementos proporcionales del 5,7% en la función de riesgo. Igualmente, esta variable sugiere el efecto del conocimiento de la cantidad de agua disponible por el agricultor en el año, y cómo las previsiones, y expectativas de cantidades de agua trasvasadas, han incrementado la velocidad de adopción de tecnología.

Interpretando los resultados del trabajo, en base a los grandes grupos de factores que afectan a la adopción de tecnología, se puede apreciar que, en cuanto a las características de los agricultores, se confirma la importancia del conocimiento del beneficio potencial de la tecnología para incrementar su velocidad de adopción. También se confirma la reducción de la incertidumbre existente en torno a la tecnología en el tiempo, y la adquisición de conocimiento de forma previa a la adopción, dentro de un proceso de aprendizaje dinámico que incrementará la probabilidad de que la toma de decisiones del agricultor sea lo más ajustada posible al alcance de sus objetivos.

Además, atendiendo a la innovatividad afectiva de los agricultores y sus preferencias, se confirma que, aquellos que poseen una personalidad poco aversa al riesgo tienden a adoptar de forma temprana una tecnología desconocida, y que aquellas preferencias orientadas a reducir la variabilidad de los ingresos también aceleran el proceso de adopción.

Si se atiende a los factores económicos, los modelos sugieren que, las nuevas tecnologías serán difundidas con mayor velocidad entre los agricultores que tienen mejor acceso al capital para comprarlas. Esto ha sido corroborado por la variable *proxy* del tamaño empresarial y las posibilidades de acceso al crédito que ofrecen las cooperativas. El incremento de adopción de tecnología derivado del precio relativo de los recursos de la zona, es corroborado, por la significatividad del precio del agua del trasvase del Tajo y el uso de agua subterránea de la zona con un precio mucho más elevado.

En cuanto a las características de la explotación, se puede deducir que, la situación de escasez de recursos hídricos de la zona de estudio es en sí misma promotora de la adopción de tecnología ahorradora de agua. Considerando la escasez, predominante en toda la comunidad, los resultados de los modelos analizados han manifestado la necesidad de unas garantías de agua mínimas para que se produzca la adopción. Aunque algunos trabajos expongan que los primeros en adoptar una nueva tecnología serán aquellos que posean mayores restricciones de recursos, y con unos precios más elevados.

Del análisis de los factores del entorno se deduce que, el conocimiento por parte del agricultor de la disposición de agua de riego para abordar la campaña es fundamental. Si el agricultor posee información de la cantidad de agua que va a ser trasvasada y consecuentemente del agua que dispondrá, y tiene acceso a una fuente alternativa de agua subterránea, que le garantice una dotación suficiente, la probabilidad de adopción temprana de riego localizado se verá incrementada.

Otras variables medidas en el cuestionario no han sido expuestas en el análisis de resultados por tres motivos. El primero de ellos es debido a la elevada correlación que algunas variables poseían con otras ya incluidas, como es el caso de la edad, la experiencia, el control contable de la explotación y otras relacionadas con las fuentes de información y orígenes del agua. El segundo motivo de exclusión de variables ha sido la no significatividad de éstas en la estimación del modelo final, como la superficie, el relevo generacional, la estructura de tenencia, el grado de dedicación a la agricultura, etc., por lo que éstas variables no han afectado sobre la probabilidad de adoptar tecnología de riego. Finalmente, el tercer motivo de exclusión de las variables ha sido debido a que la información que contienen

es posterior a la decisión de adoptar, caso del grado tecnológico de la explotación, o las fuentes de formación y asesoramiento.

También, se han introducido en el modelo las subvenciones recibidas por los agricultores de la CR del Campo de Cartagena, según Reales Decretos 1887/91, de 30 de diciembre, R.D. 204/1996, de 9 de febrero y R.D. 613/2001, de 9 de febrero, desde 1995 hasta 2004. El efecto de las mismas no se ha mostrado significativo, posiblemente debido a que el proceso de difusión ya se encontraba muy avanzado en el momento en el que éstas se obtuvieron.

### **5.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA POR LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

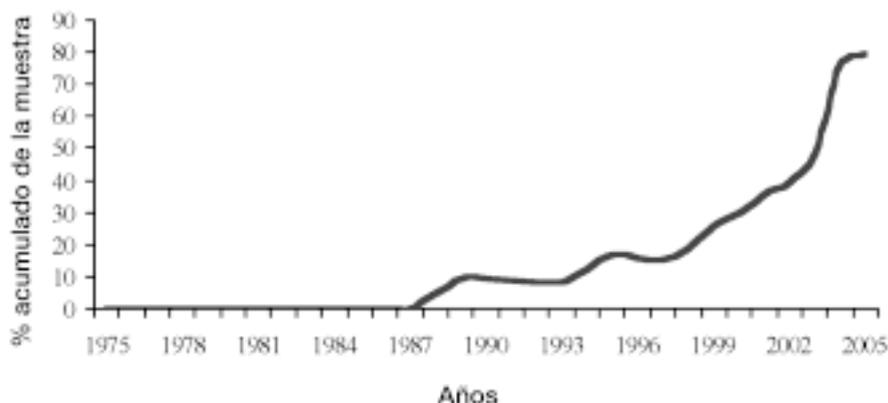
Con el objetivo de describir el proceso de difusión de tecnología de distribución y control del agua, seguido por las CCRR de la región de Murcia, se ha propuesto una modelización matemática que permita analizar la dinámica del patrón de difusión de esta tecnología en los últimos treinta años.

Al analizar la proporción de CCRR que adoptan tecnología de distribución y gestión y control del agua de riego, respecto al número de CCRR constituidas durante el periodo 1975-2005, y en base a la ejecución de un plan de modernización de regadíos, que mejore la infraestructura de distribución del agua de riego (Figura 5.13), se puede apreciar como, aunque la tecnología se encontraba disponible en el mercado, las primeras adopciones no se produjeron hasta el año 1988.

La primera fase del periodo analizado comprende desde comienzos de la transición hasta la entrada de España en la Comunidad Económica Europea, fecha en que las inversiones en tecnología realizadas por las CCRR de la Región fueron nulas. Las inversiones en materia de modernización de regadíos no llegaban al 30% de las CCRR, analizadas desde el año 1986 hasta el 2000, periodo en el que concluyeron los estudios de base sobre los regadíos nacionales, se adecuaron las previsiones de actuación en materia de regadíos a las políticas comunitarias y entró en vigor el Plan Nacional de Regadíos. A pesar de que la tecnología se encontraba en el mercado durante el periodo analizado, ha sido en los últimos 5 años cuando se ha producido el despegue tecnológico que abarca casi al 80% de la muestra.

Para el estudio de la difusión de la tecnología de distribución y control de agua, entre las CCRR de la Región de Murcia, se ha realizado la modelización matemática propuesta en el apartado 4.6.2, que ha permitido anali-

**Figura 5.13: DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE CCRR ADOPTANTES ENTRE EL PERIODO 1975-2005**



zar las características del proceso, sus factores determinantes, la situación tecnológica actual y su posible evolución. Los modelos de difusión descritos en este apartado permitirán estudiar la evolución y la dinámica que ha seguido esta tecnología, para el conjunto de CCRR analizadas, aplicando modelos de difusión y determinando los que mejor se ajustan al proceso.

Se ha obtenido la difusión inter-empresas, modelada con el porcentaje de CCRR que van adoptando por primera vez, respecto al total de CCRR constituidas en ese periodo de tiempo. Para ello, se han calculado las curvas de difusión de los distintos modelos. Los cálculos de ajuste de las curvas se han llevado a cabo a través de regresiones no lineales, estimadas por el método Levenberg-Marquardt<sup>32</sup> (Rawlings *et al.*, 1998), determinándose los modelos que mejor se ajustan al proceso. Se analizará el sendero de difusión a partir del año 1988 en el cual se produce el despegue tecnológico de la Región.

Se han calculado los modelos permitiendo que los coeficientes y el techo de adopción sean variables y se ajusten por sí mismos a la realidad, pero como los techos de la función Gompertz y Exponencial daban estimaciones irreales, se han tenido que limitar a un máximo ( $M \leq 100$ )<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Las estimaciones se han realizado con SPSS 11.0 y STATGRAPHICS Plus 5.1

<sup>33</sup> Para estimar los parámetros de la Ecuación Gompertz se utilizó el método de Programación cuadrática secuencial y se impuso la restricción  $M \leq 100$ , para que ésta oscilara entre valores que tuvieran reflejo en la realidad. Esta restricción también se aplicó al modelo exponencial.

Los resultados de los modelos expuestos en el Tabla 5.7 reflejan: las ecuaciones [15] [17] [19] y [22] calculadas para los modelos Logístico, Gompertz, Exponencial y Bass respectivamente; el tiempo que tarda la innovación en alcanzar el máximo nivel de adopción, que corresponde con el punto de inflexión de la curva; y el porcentaje de CCR que han adoptado en ese tiempo. En la Tabla 5.8 aparecen los coeficientes estimados para los parámetros de los cuatro modelos, sus tasas de difusión máximas, el techo que alcanzaría la innovación, el error estándar de los coeficientes, el error estándar de la estimación y el porcentaje de explicación de la variabilidad de la variable dependiente así analizada.

De los cuatro modelos estimados, se rechaza el exponencial y el de Gompertz dado el bajo ajuste que presentan respecto al modelo logístico y Bass, más ajustados al sendero de difusión trazado por la tecnología. El modelo Bass presenta un coeficiente de influencia externa muy reducido respecto al coeficiente de influencia interna, ya que  $p$  representa solamente el 2% de  $q$ , de modo que este modelo se reduciría a la curva logística, donde el coeficiente de difusión estimado sería un poco más elevado.

Los coeficientes de difusión de los modelos seleccionados tienen valores similares, si bien, al comienzo del proceso ambos estimadores presentan grandes similitudes. Es en los últimos años analizados donde el modelo logístico se presenta un poco más conservador, en cuanto a las estimaciones de los potenciales adoptantes presentes y futuros. El proceso comienza en 1988 y, según el modelo logístico, el 90% de la adopción final se alcanzará a partir del año 2011, mientras que según el modelo de Bass, este nivel de adopción, se alcanzaría dos años después, dado el menor valor del coeficiente de influencia interna, respecto al coeficiente de difusión del modelo logístico. Ambos modelos estiman una futura cobertura tecnológica para toda la población, si no cambian las características del proceso que, permitan acontecimientos alteradores de los límites estimados. Aún así, los datos, de ambos procesos, presentan un buen ajuste a la función estimada, con  $R^2$  superiores al 90%.

En la Figura 5.14 se han representado los valores reales de la curva de difusión, y los estimados por los diferentes modelos en cada uno de los periodos analizados. Las curvas de los modelos que explican la difusión a través de las interacciones personales entre los individuos del sistema social, como la logística y la estimada a partir del modelo Bass, con un elevado coeficiente de influencia interna respecto a la externa, se muestran muy próximas a los valores reales.

**Tabla 5.7: ECUACIONES ESTIMADAS DE LOS MODELOS DE DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE RIEGO EN LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Logístico	Gompertz	Exponencial	Bass
$N(t) = \frac{100}{1 + e^{-(-4,578)t}}$ $\hat{r} = -15,38$ $N(t) = 99$	$N(t) = 100e^{-\left[\frac{100}{36,339}\right]^{1-t}}$ $\hat{r} = 14,33$ $N(t) = 96,78$	$N(t) = 100 \left[ -e^{0,0487t} \right]$	$N(t) = \frac{99,74 \left( -e^{-0,005(0,233)t} \right)}{\left[ 0,005(0,233) e^{-0,005(0,233)t} + 1 \right]}$ $\hat{r} = 16,14$ $N(t) = 98,23$

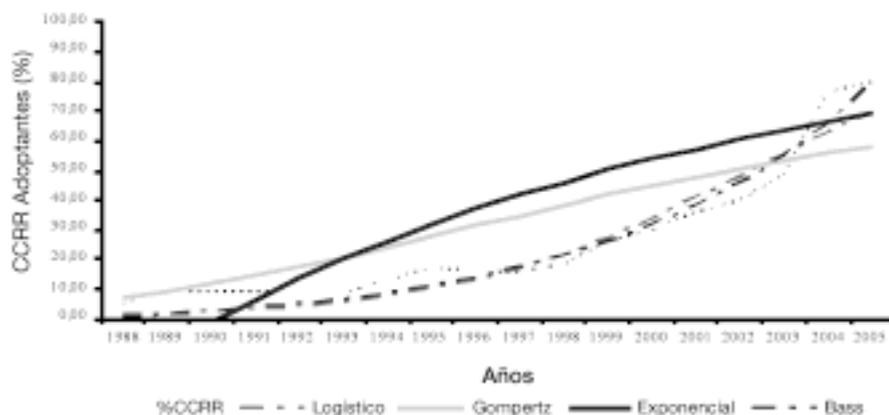
**Tabla 5.8: PARÁMETROS DE LOS MODELOS DE DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE RIEGO EN LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Modelo	M	a	b	EEE	R <sup>2</sup>
Logístico	100 (36,339)*	-4,578 (0,598)	0,300 (0,081)	5,06	91,90
	<b>M</b>	<b>N<sub>0</sub></b>	<b>b</b>		
Gompertz	100	4,76	0,104 (0,007)	9,88	80,62
	<b>M</b>	<b>a</b>	<b>b</b>		
Exponencial	100	0,104 (0,067)	0,0487 (0,008)	12,30	71,74
	<b>M</b>	<b>p</b>	<b>q</b>		
Bass	98,58 (2,366)	0,005 (0,002)	0,233 (0,026)	2,18	98,0

\* Los valores entre paréntesis corresponden al error estándar.

Para un desarrollo más exhaustivo del sendero de difusión, que defina el espacio temporal, las fases de crecimiento de la adopción, la velocidad y la distribución de las categorías de adoptantes de la tecnología de distribución y control del agua por parte de las CCRR, se centrará la atención en la curva logística [15] dados los buenos ajustes que presenta y la frecuencia de su presencia en los anteriores trabajos de difusión de innovaciones agrarias (Griliches, 1957; Knudson, 1991; Alcón *et al.*, 2006).

**Figura 5.14: DIFUSIÓN INTER-CCRR DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA EN LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**



Las características de la función de distribución de densidad y acumulada, en el periodo analizado de la curva logística<sup>34</sup>, han sido estimadas, según Banks (1994), para las CCRR de la Región de Murcia (Tabla 5.9 y Figura 5.15). También han sido estimadas las categorías de adoptantes según los límites establecidos por Rogers (1983), siguiendo a Banks (1994), la distribución de los agricultores, y el tiempo de duración de cada una de ellas (Tabla 5.10 y Figura 5.15).

De la estimación de la función de densidad de la curva logística se deduce que, los dos puntos de inflexión ( $t_c$ ,  $n_c$ ) se sitúan a ambos lados del punto de inflexión de la distribución acumulada ( $t^*$ ), donde la velocidad de difusión es máxima, y que por encima de este punto la distribución es cóncava, mientras que por debajo es convexa. Esto evidencia una fase de crecimiento inicial que supera el 10% a partir de 1996, incrementando con el tiempo hasta el año 2003, a partir del cual la innovación seguirá introduciéndose en el mercado de una forma más pausada hasta el año 2011, en el que se alcanzará el 90% de su difusión total.

La penetración de la innovación en el mercado se encuentra al 80% según las CCRR encuestadas y las estimaciones del modelo logístico. Se predice

<sup>34</sup> Aunque Rogers (1958) estableció las categorías sobre la curva normal, ésta es muy parecida a la logística salvo en sus colas que son más elevadas. También se asemeja a una distribución  $t$  con 7 grados de libertad (Green, 2003).

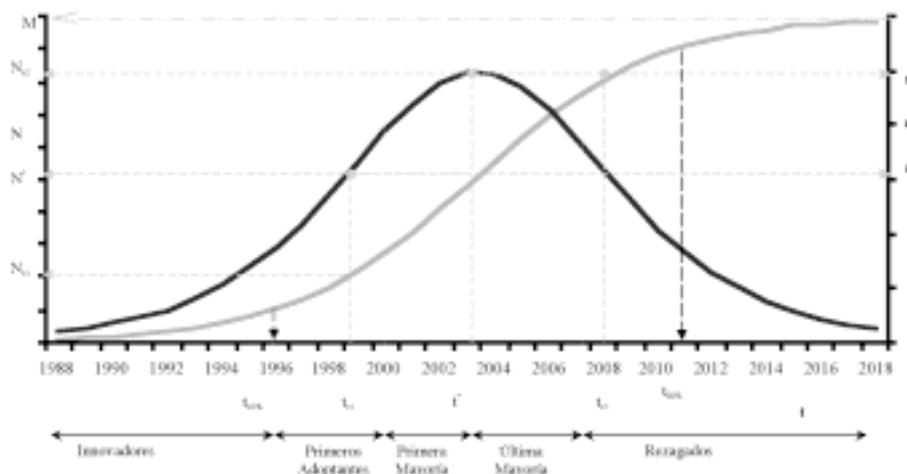
**Tabla 5.9: CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE DENSIDAD Y ACUMULADA EN EL TIEMPO DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA ENTRE LAS CCRR**

Características		Valor	Año
Tiempo al punto de inflexión de la distribución acumulada de adoptantes	$t^*$	15,38	2003
Número acumulado de adoptantes en el punto de inflexión	$N^*$	50	
Número de adoptantes en el punto de inflexión	$n^*$	7,5	
Tiempo en los puntos de inflexión de la función densidad	$t_c$	10,99 19,77	1999 2008
Número acumulado de adoptantes en los puntos de inflexión de la función densidad	$N_c$	21,35 79,68	
Número de adoptantes en los puntos de inflexión de la función densidad	$n_c$	5,05	
Valor de la pendiente de la función densidad en sus puntos de inflexión	$(dn/dt)_c$	$\pm 0,87$	
Tiempo medio de la distribución de la función densidad	$\bar{t}$	15,38	2003
Varianza de la distribución de la función densidad	$\sigma^2$	36,55	
Desviación estándar de la distribución de la función densidad	$\sigma$	3,31	
Tiempo (años) de penetración de la adopción	$t_{10-90\%}$	15	1996 2011

**Tabla 5.10: DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE CCRR ADOPTANTES DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA SEGÚN LA CURVA LOGÍSTICA**

Categorías	Límites	Adoptantes		Año
		Intervalo	Acumulado	
Innovadores	$-\infty, t^*-2\sigma$	13,88	13,88	<1997
Primeros adoptantes	$t^*-2\sigma, t^*-\sigma$	15,33	29,21	1997-2000
Primera mayoría	$t^*-\sigma, t^*$	21,82	51,03	2000-2003
Última mayoría	$t^*, t^*+\sigma$	27,27	78,30	2003-2007
Rezagados	$t^*+\sigma, +\infty$	21,70	100,00	>2007

**Figura 5.15: CURVA DE DENSIDAD Y ACUMULADA DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DEL AGUA POR LAS CCRR**



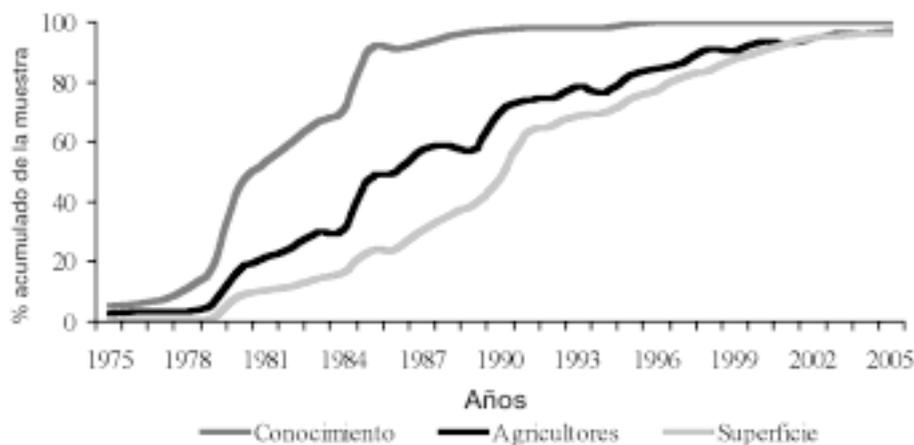
una difusión total que alcance a la mayoría de las CCRR de la Región de Murcia. Para que se logre el techo pronosticado se estima que, se tendrá que esperar entre 6 y 12 años más, puesto que el proceso ya se encuentra en la fase de incrementos decrecientes.

Las categorías de adoptantes, establecidas en base al tiempo de adopción de cada CR, engloban CCRR con similar grado de innovatividad. Las CCRR innovadoras están compuestas por un grupo bastante elevado (13,88%) que adoptaron tecnología antes del año 1996 y que junto a las primeras adoptantes comprenden el 29,21% del total de CCRR constituidas en el año 1999.

#### **5.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO LOCALIZADO POR LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

Se ha estudiado a través de curvas de difusión el comportamiento de los agricultores de una de las CCRR más importante y tecnificada de Europa, frente a la difusión de tecnología de riego localizado. Para ello, se ha analizado la difusión inter-empresas y la difusión global de la tecnología en base a las adopciones de los agricultores en el tiempo y los sucesivos incrementos de superficie con equipamiento tecnológico. Asimismo, se ha considerado oportuno analizar la difusión del conocimiento de la existencia de la tecnología.

**Figura 5.16: DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE ADOPCIONES EN EL PERIODO 1995-2005**



La difusión inter-empresas ha sido modelada con el porcentaje de agricultores que van adoptando por primera vez en cada periodo de tiempo, respecto al número de agricultores de la muestra que se encuentran activos en ese momento. La difusión global de la tecnología ha sido representada por los diferentes incrementos tecnológicos que manifestaron haber realizado los regantes, respecto al número de hectáreas gestionadas por los agricultores activos en la CR ese año. La difusión del conocimiento se ha representado a partir de la probabilidad de que un individuo de la muestra conozca la existencia de la tecnología de riego por goteo, en cada uno de los años del periodo analizado. (Figura 5.16).

Las observaciones de los datos de campo indican que el 8% de la superficie que permanece con riego tradicional, corresponde a parcelas de tamaño tan reducido que no permite la instalación de esta tecnología, dedicándose fundamentalmente a usos recreativos. Por ello, la difusión ha llegado a su techo en esta CR. Los coeficientes de las curvas, el techo de adopción del proceso y los cálculos de ajuste de las ecuaciones han sido estimados según las premisas y restricciones expuestas en el apartado 5.3.

Los modelos estimados para la difusión de la tecnología de riego por goteo, en la CR del Campo de Cartagena, están representados en la Tabla 5.11, donde se reflejan las ecuaciones calculadas para los diferentes modelos, el tiempo que tarda la innovación en alcanzar el máximo nivel de adopción y la cantidad adoptada en ese tiempo. En la Tabla 5.12 aparecen los coeficientes estimados para los parámetros de los cuatro modelos, sus tasas

**Tabla 5.11: ECUACIONES ESTIMADAS DE LOS MODELOS DE DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA DEL RIEGO LOCALIZADO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CAMPO DE CARTAGENA.**

Modelo	Difusión	
	Inter-Empresa (% Agricultores)	Global (% Superficie)
Logístico	$N(t) = \frac{94,25}{1 + e^{-(-0,17+0,26t)}}$ $t^* = 12,19$ $N(t^*) = 47,12$	$N(t) = \frac{97,04}{1 + e^{-(-0,15+0,26t)}}$ $t^* = 15,91$ $N(t^*) = 48,52$
	$N(t) = 100e^{\left[ \left( \frac{100}{2,58} \right) \left( e^{(0,15-0,1t)} - 1 \right) \right]}$ $t^* = 8,85$ $N(t^*) = 56,78$	$N(t) = 100e^{\left[ \left( \frac{100}{0,24} \right) \left( e^{(0,15-0,1t)} - 1 \right) \right]}$ $t^* = 12,15$ $N(t^*) = 56,78$
Exponencial	$N(t) = 100 \left[ 1 - e^{-(0,24-0,06t)} \right]$	$N(t) = 100 \left[ 1 - e^{-(0,27-0,07t)} \right]$
	$N(t) = \frac{99,74 \left( -e^{-(-0,05+0,20t)} \right)}{\left[ (0,02/0,20) e^{-(-0,05+0,20t)} + 1 \right]}$ $t^* = 11,63$ $N(t^*) = 44,38$	$N(t) = \frac{98,23 \left( -e^{-(-0,05+0,24t)} \right)}{\left[ (0,005/0,24) e^{-(-0,05+0,24t)} + 1 \right]}$ $t^* = 15,85$ $N(t^*) = 48,08$
Bass	$N(t) = \frac{99,74 \left( -e^{-(-0,05+0,20t)} \right)}{\left[ (0,02/0,20) e^{-(-0,05+0,20t)} + 1 \right]}$ $t^* = 11,63$ $N(t^*) = 44,38$	$N(t) = \frac{99,56 \left( -e^{-(-0,03+0,42t)} \right)}{\left[ (0,03) e^{-(-0,03+0,42t)} + 1 \right]}$ $t^* = 5,83$ $N(t^*) = 46,13$
	$N(t) = \frac{99,25}{1 + e^{-(-0,09+0,90t)}}$ $t^* = 6,21$ $N(t^*) = 49,63$	$N(t) = 100e^{\left[ \left( \frac{100}{5} \right) \left( e^{(0,26-0,1t)} - 1 \right) \right]}$ $t^* = 4,24$ $N(t^*) = 36,78$

**Tabla 5.12: PARÁMETROS DE LOS MODELOS DE DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO LOCALIZADO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CAMPO DE CARTAGENA**

<b>Modelo</b>	<b>Difusión</b>	<b>M</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>EEE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Logístico	Agricultores	94,253 (1,579)	-3,168 (0,171)	0,259 (0,015)	3,90	98,8
	Superficie	97,04 (1,457)	-4,153 (0,154)	0,261 (0,011)	26,9	99,5
	Conocimiento	99,2593 (0,8521)	-3,0950 (0,185)	0,4978 (0,0291)	3,50	98,99
		<b>M</b>	<b>N<sub>0</sub></b>	<b>B</b>		
Gompertz	Agricultores	100 (1,626)	2,56	0,147 (0,004)	3,20	99,2
	Superficie	100 (2,325)	0,24	0,148 (0,004)	3,89	98,9
	Conocimiento	100	5	0,2587 (0,0088)	5,34	97,49
		<b>M</b>	<b>A</b>	<b>b</b>		
Exponencial	Agricultores	100	0,237 (0,039)	0,0833 (0,005)	7,69	95,03
	Superficie	100	0,271 (0,0549)	0,0674 (0,006)	12,13	88,081
	Conocimiento	100	0,1498 (0,0512)	0,1647 (0,0130)	8,56	93,81
		<b>M</b>	<b>P</b>	<b>q</b>		
Bass	Agricultores	96,41 (1,693)	0,016 (0,002)	0,202 (0,017)	3,28	99,2
	Superficie	98,23 (1,552)	0,005 (0,001)	0,239 (0,012)	2,53	99,6
	Conocimiento	99,5642 (0,8567)	0,0306 (0,0048)	0,4168 (0,0376)	3,38	99,06

\* Los valores entre paréntesis corresponden al error estándar.

de difusión máximas, el techo que alcanzaría la innovación, el error estándar de los coeficientes, el error estándar de la estimación y el porcentaje de explicación de la variabilidad de la variable dependiente analizada.

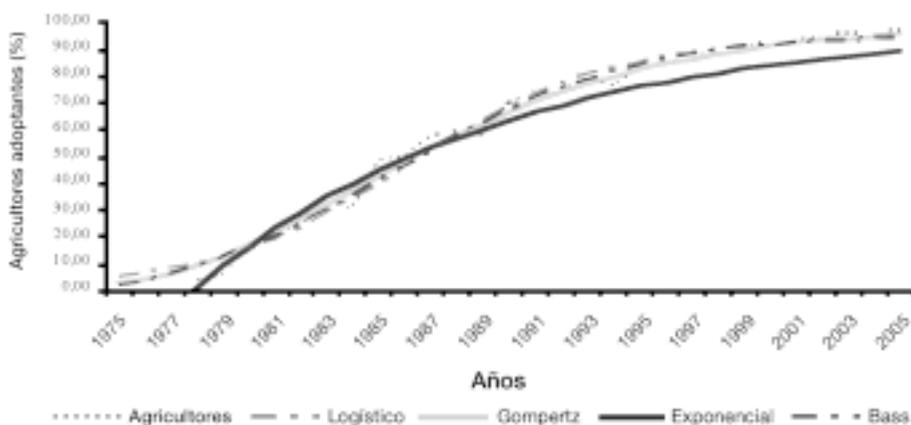
Los modelos que explican el proceso, a través de las interacciones entre los agricultores, presentan mejores ajustes que el modelo exponencial (influencia externa), siendo el logístico (influencia interna) y el de Bass (influencia mixta con un elevado coeficiente de influencia interna respecto a la externa), los dos modelos que mejor se adaptan al sendero de difusión, trazado por la tecnología de riego, tanto a nivel de agricultores como de superficie e información. Estos modelos presentan valores del error estándar de los coeficientes y de la desviación normal de los residuos muy reducidos. De ahí se desprende que, el boca a boca y las percepciones visuales de los agricultores han sido el motor de crecimiento de este proceso. De hecho, el 68,3% de los agricultores de la muestra manifestaron haber conocido la existencia de esta tecnología por otros agricultores, y el 23,6% por suministradores de materiales de riego que fueron a ofrecérselo a su explotación, quedando estos valores perfectamente concatenados con los que reflejan los parámetros del modelo Bass que corresponden con los coeficientes  $q$  y  $p$ .

Infiriendo, la difusión inter-empresas consigue su máximo ratio de crecimiento en torno a los años 1986 y 1987, abarcando entre 1.437 y 1.525 agricultores, según el modelo Bass y Logístico, respectivamente. En cuanto a la superficie cultivada bajo esta tecnología, el máximo se alcanza en torno al año 1991 con una superficie entre 15.245 y 16.039 hectáreas, según los respectivos modelos. Lógicamente, el proceso de conocimiento fue más rápido que el de la tecnología, ya que en el año 1981, casi la mitad de los agricultores conocían su existencia, y en 1985 se extendía este conocimiento a más del 90% de los regantes, alcanzándose este porcentaje de adopción superficial en el año 2000.

Observando los resultados de los modelos, se puede ver que, el momento en el que se alcanza el punto de máxima difusión, en torno al año 1987, coincide con el momento en el que más del 90% los agricultores perciben un conocimiento homogéneo de la tecnología, por lo que la máxima expansión del conocimiento coincide temporalmente con la máxima penetración tecnológica en el mercado.

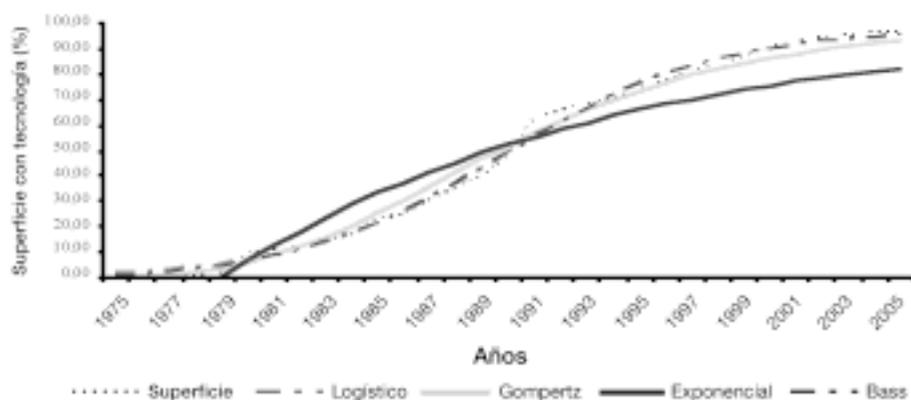
En la Figura 5.17, se puede apreciar el buen ajuste del Modelo Bass al sendero de difusión inter-empresas. El 10% de  $N(t)$  se sobrepasa a principios de los ochenta, alcanza su máxima tasa de crecimiento en el año 1982 y llega a un techo de 1.448 agricultores en el año 1986.

**Figura 5.17: DIFUSIÓN INTER-EMPRESAS DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO ENTRE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

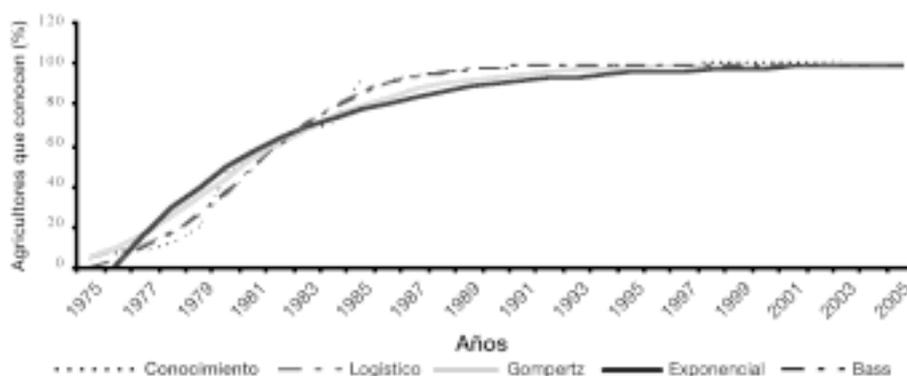


La Figura 5.18, muestra la difusión de la superficie que posee riego localizado en los últimos 30 años. Se observa que ha tenido un pequeño retraso respecto a la difusión inter-empresas (4 años), debido a que los agricultores no han instalado la tecnología de una vez, sino que su implantación ha sido progresiva, conforme han ido conociendo su manejo y desarrollando sus habilidades, tal y como se desprende de la teoría de los modelos que mejor la explican (Logístico y Bass).

**Figura 5.18: DIFUSIÓN GLOBAL DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO ENTRE AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**



**Figura 5.19: DIFUSIÓN GLOBAL DEL CONOCIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO ENTRE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**



El despegue del conocimiento se produce en torno al año 1977, alcanzándose el máximo coeficiente de difusión en 1981, de forma que, en los años noventa, todos los agricultores han hablado con otros sobre el riego localizado o lo han visto en otras explotaciones. En cuanto a su difusión, Figura 5.19, se observa una vez más que los modelos logístico y Bass presentan mejores ajustes y que los coeficientes de influencia interna son los más elevados de todas las estimaciones.

Los efectos de las fuentes de información, externas e internas, sobre la velocidad del proceso de difusión, se han mostrado con mayor intensidad en el proceso de difusión del conocimiento, encontrándose también este proceso mucho más influido por las fuentes externas que los otros dos analizados, que se encuentran escasamente influenciados.

Para un desarrollo más exhaustivo del sendero de difusión, que defina el espacio temporal, las fases de crecimiento de la adopción, la velocidad y la distribución de las categorías de adoptantes de la tecnología de riego, se centrará la atención en la curva logística [15] por los motivos de ajuste y procedencia expuestos en el apartado anterior.

Las características de la función de distribución de densidad y acumulada en el periodo analizado de la curva logística, han sido estimadas según Banks (1994) para los agricultores de la CR del Campo de Cartagena (Tabla 5.13 y Figura 5.20). También han sido estimadas las categorías de adoptantes, según los límites establecidos por Rogers (1983), siguiendo a Banks (1994), la distribución de los agricultores en éstas y el tiempo de duración de cada una de ellas (Tabla 5.14 y Figura 5.20).

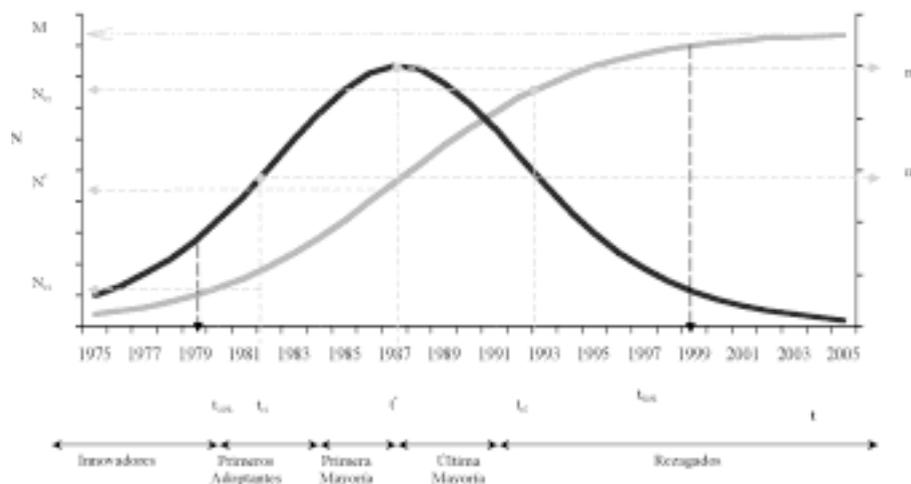
**Tabla 5.13: CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE DENSIDAD Y ACUMULADA EN EL TIEMPO DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO POR GOTEO ENTRE AGRICULTORES**

Características		Valor	Año
Tiempo al punto de inflexión de la distribución acumulada de adoptantes	$t^*$	12,19	1987
Número acumulado de adoptantes en el punto de inflexión	$N^*$	47,12	
Número de adoptantes en el punto de inflexión	$n^*$	24,50	
Tiempo en los puntos de inflexión de la función densidad	$t_c$	7,12 17,25	1982 1992
Número acumulado de adoptantes en los puntos de inflexión de la función densidad	$N_c$	19,91 74,33	
Número de adoptantes en los puntos de inflexión de la función densidad	$n_c$	4,08	
Valor de la pendiente de la función densidad en sus puntos de inflexión	$(dn/dt)_c$	$\pm 0,61$	
Tiempo medio de la distribución de la función densidad	$\bar{t}$	12,19	1987
Varianza de la distribución de la función densidad	$\sigma^2$	48,66	
Desviación estándar de la distribución de la función densidad	$\sigma$	3,55	
Tiempo (años) de penetración de la adopción	$t_{10-90\%}$	18	1979 1997

**Tabla 5.14: DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE AGRICULTORES ADOPTANTES DE TECNOLOGÍA DE RIEGO POR GOTEO SEGÚN LA CURVA LOGÍSTICA**

Categorías	Límites	Adoptantes		Año
		Intervalo	Acumulado	
Innovadores	$-\infty, t^*-2\sigma$	10,80	10,80	<1980
Primeros adoptantes	$t^*-2\sigma, t^*-\sigma$	19,36	30,16	1980-1984
Primera mayoría	$t^*-\sigma, t^*$	20,99	51,15	1984-1987
Última mayoría	$t^*, t^*+\sigma$	25,80	76,95	1987-1991
Rezagados	$t^*+\sigma, +\infty$	23,05	100,00	>1991

**Figura 5.20: CURVA DE DENSIDAD Y ACUMULADA DE LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO POR GOTEO ENTRE AGRICULTORES**



De la estimación de las funciones de densidad y acumuladas de la curva logística se deduce que, los dos puntos de inflexión de la función de densidad ( $t_c$ ,  $n_c$ ) ocurren a ambos lados del punto de inflexión de la distribución acumulada ( $t^*$ ), donde la velocidad de difusión es máxima, y que por encima de este punto la distribución es cóncava mientras que por debajo es convexa. Esto evidencia una fase de crecimiento inicial, que supera el 10% a partir de 1980, incrementando con el tiempo hasta el año 1987, a partir del cual la innovación sigue introduciéndose en el mercado de una forma más pausada hasta el año 1997 en el que se alcanza el 90% de su difusión total.

Las categorías de adoptantes, establecidas en base al tiempo de adopción de cada agricultor, engloban individuos con similar grado de innovatividad. Los innovadores y los primeros adoptantes son los que realmente lanzan el proceso de difusión, estando formados por 350 y 627 agricultores, del total de la CR, respectivamente.

Del análisis del proceso se deduce que, la adquisición de la información acerca de la tecnología, a través de la acumulación de información y experiencia, ha jugado un papel fundamental entre los factores que afectan a la difusión de tecnología de riego por goteo. Por un lado, la difusión del conocimiento en la zona ha sido mucho más rápida, y suficientemente explicada por el modelo logístico, que los patrones aplicados a la difusión tecnológica. Los buenos ajustes de la curva de difusión logística al estimar las funciones

de difusión de los agricultores y de la superficie indican que las comunicaciones interpersonales, a través del boca a boca y las percepciones visuales, han sido las transmisoras de la información acerca de la tecnología entre los miembros del sistema social.

El proceso de difusión, seguido por las CCRR, comenzó 13 años después que el sendero de difusión de los agricultores, y su velocidad de crecimiento ha sido superior tanto en el punto de máxima pendiente de la curva acumulada, como en el tiempo de penetración de la innovación en el conjunto de individuos de los correspondientes sistemas sociales. Las mayores tasas de adopción fueron alcanzadas en la difusión del conocimiento, seguidas de las tasas de adopción de las CCRR, siendo el proceso de difusión de la tecnología de distribución y control del agua de riego el que más se retrasó en su comienzo, y el más corto.

## 6. CONCLUSIONES



En el presente capítulo se han establecido las conclusiones más relevantes del estudio de adopción y difusión de tecnología relacionada con el riego. Las conclusiones se han estructurado en base a los cuatro análisis de adopción y difusión expuestos en el capítulo de resultados, exponiéndose éstos en el mismo orden. Finalmente, se señalarán las implicaciones políticas derivadas del estudio.

### **6.1. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN POR LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

En el trabajo se ha analizado la dinámica de la adopción y la difusión de tecnología, que mejora la productividad del agua y la conservación de los recursos naturales entre las CCRR en la Región de Murcia. El promover la adopción de este tipo de tecnologías, que reducen las externalidades ambientales provocadas por la agricultura, es uno de los principales objetivos de las políticas agrarias en todos sus ámbitos.

La regresión de Cox estima el retraso en la adopción de las CCRR asociado con las características de éstas. Los resultados sugieren que la probabilidad de adoptar tecnología de riego está afectada por el tiempo, y que en los últimos cinco años, coincidiendo con la materialización del Plan Nacional de Regadíos, ha sido cuando se ha producido el despegue tecnológico de la Región, afectando al 80% de las CCRR analizadas.

La posesión de un pozo incrementa positivamente la velocidad de adopción entre las CCRR, respecto a aquellas que no lo poseen. Esto refuerza que la tenencia de una fuente alternativa de suministro estimula la decisión de adoptar, puesto que la CR tiene conocimiento de la disponibilidad de agua previo a la adopción, en una zona donde su garantía se encuentra bastante comprometida, al ser esta fuente de agua a corto plazo, menos dependiente de las decisiones políticas de la zona que las aguas superficiales. Además, el simple hecho de poseer un pozo ya requiere una considerable inversión en una tecnología muy similar a la aquí analizada y, por consiguiente, los co-

muneros han percibido económicamente la escasez y la dificultad de obtener el agua de riego.

Por otro lado, que la CR posea un sistema de organización, gestión y control del uso del agua, impacta sobre la probabilidad de adoptar en el tiempo de forma positiva. Esto implica que, el uso de un sistema tarifario variable, dependiente del consumo individual de cada agricultor, fomenta el ahorro y consigue una asignación más eficiente de los escasos recursos hídricos de la zona.

Todas las CCRR que poseen, tanto pozo como sistema tarifario variable, han adoptado la tecnología de distribución, gestión y control del agua durante el periodo analizado. Un comportamiento similar, pero retrasado en el tiempo, han seguido las CCRR que sólo poseen sistema tarifario variable, quedando las CCRR que no tienen ni pozo ni sistema tarifario variable muy retrasadas temporalmente en la adopción, en el caso de que ésta se alcance.

El largo periodo de sequías y la frecuencia con la que las sufre la Región, acompañado de lluvias torrenciales, desequilibran la gestión hidrológica de la cuenca, y en consecuencia la de las CCRR. En este sentido, se debería prestar atención no sólo al hecho de disponer de un pozo y de un sistema tarifario variable, sino a todas aquellas políticas gubernamentales que mejoren las aplicaciones de las directrices de la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea. Entre estas destacan, el buen estado ecológico de las aguas, el uso sostenible y la recuperación de costes, que generen un efecto multiplicador en la eficiencia de la gestión de las CCRR y la adopción de tecnologías ahorradoras de agua.

Tanto la adopción de tecnología, por las CCRR, como la gestión hídrica, que éstas realizan, mejoran la gestión de los recursos naturales de la Región de Murcia, contribuyendo al mantenimiento de la actividad agraria y la sostenibilidad medioambiental de la Región.

## **6.2. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE ADOPCIÓN POR LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

Una vez analizados los factores que afectan a la adopción de tecnología de riego por goteo en una comunidad de regantes con fuerte incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de agua, se observa que el tiempo y las variables que dependen de éste tienen una gran influencia sobre el proceso de difusión, de ahí que el uso de AD, que permite analizar variables de sección cruzada y dependientes del tiempo, ha aportado una gran ventaja a la hora de analizar este proceso.

El análisis temporal contrasta el proceso de aprendizaje dinámico que han sufrido los agricultores con la adquisición de información y la incorporación de ésta a las creencias de los potenciales adoptantes. El tiempo ha ido reduciendo la incertidumbre asociada a la tecnología e incrementando la probabilidad de adoptar, tanto que, actualmente la incorporación a la agricultura es concebida con el uso de esta tecnología.

Las variables que definen el capital humano de los individuos han resultado ser ampliamente influyentes sobre la decisión de adoptar. Los agricultores más jóvenes y menos experimentados presentan mayores probabilidades de adoptar tecnología de riego. La formación del agricultor también ha sido importante a la hora de decidir la idoneidad de la tecnología para la explotación, mostrando mayor propensión a adoptar aquellos agricultores con mayores niveles de estudios y contactos con las cooperativas y sus servicios.

La calidad del conocimiento y la fiabilidad de la fuente de información incrementarán las probabilidades condicionales de adoptar. También lo harán el conocimiento de la disponibilidad de agua y la existencia de una fuente alternativa de suministro, que garanticen unas dotaciones reales mínimas por año, necesarias para que el agricultor tome la decisión de adoptar. De esta forma, la disponibilidad de agua facilitará la adquisición de tecnología.

Las percepciones y preferencias de los individuos, frente a la agricultura y la tecnología de riego, han resultado claves en la adopción. Por ello, los agricultores que manifestaron poseer una mayor iniciativa innovadora, efectivamente lo son, y los que muestran unas mayores preferencias por las nuevas tendencias de la PAC y las exigencias de los mercados europeos, igualmente han demostrado ser más innovadores.

Con relación a los aspectos económicos, se deduce que la disponibilidad de crédito es facilitada a través del asociacionismo y por un mayor volumen empresarial. Por lo que, la duración del periodo de adopción, dadas las mayores facilidades que tendrán los agricultores a la hora de soportar los costes fijos de implantación, se reducirá en aquellos agricultores que sean miembros de una cooperativa y sus explotaciones posean un mayor tamaño empresarial contrario al tradicional carácter familiar de las explotaciones agrarias españolas.

Además, tanto el incremento del precio del agua como el empleo de agua subterránea, mucho más cara que la suministrada por la CR, incrementan la velocidad de adopción, puesto que estos factores favorecen las percepciones de la escasez y de dificultad de la obtención del agua de riego. Por ello, cabe

esperar que las regulaciones económicas del precio del agua, propuestas por la DMA, favorezcan la adopción de tecnología de riego.

Respecto a las características de la explotación, se puede deducir que la situación de escasez de recursos hídricos de la zona de estudio es, en sí misma, promotora de la adopción de tecnología ahorradora de agua, puesto que la escasez es predominante en toda la comunidad. Aunque algunos trabajos indican que los primeros en adoptar una nueva tecnología serán aquellos que, posean mayores restricciones de recursos y con unos precios más elevados, los resultados, de los modelos analizados, han manifestado la necesidad de unas garantías de agua mínimas para que se produzca la adopción.

Las fuentes de información, a las que tiene acceso el agricultor, que reducen la incertidumbre asociada a la tecnología de riego por goteo y su uso, y las que reducen la incertidumbre acerca de la disponibilidad de agua, son determinantes en la adopción de riego por goteo. Los resultados sugieren que, las políticas encaminadas a favorecer un comportamiento adoptante tendrían como objetivos la reducción de las restricciones de capital, y mejorar las comunicaciones con el agricultor, en cuanto a, la tecnología y la disponibilidad de recursos hídricos.

### **6.3. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN ENTRE LAS CCRR DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Del análisis del sendero de difusión inter-CCRR de la tecnología de distribución y control del agua de riego en las CCRR de la Región de Murcia, desde el año 1975 hasta el 2005, se desprende la fuerte influencia de las comunicaciones personales, entre gestores de las CCRR, sobre el patrón de difusión y una ligera influencia de las fuentes de información cosmopolitas, acorde con la teoría subyacente de los modelos empleados, logístico y Bass con elevado coeficiente de influencia interna respecto a la externa. El proceso se retrasó en su comienzo veinte años, desde que la tecnología se encontraba en el mercado, y no ha finalizado todavía.

Según las estimaciones de los modelos, no se alcanzará el 90% de la difusión hasta el año 2011, aunque se pronostica una cobertura total de esta tecnología en la Región de Murcia. En la actualidad, la difusión de esta tecnología alcanza al 80% de las CCRR analizadas, produciéndose en el año 2003 el punto de máxima penetración de la tecnología en el mercado. El periodo de penetración de la tecnología se ha estimado en unos 15 años y el coeficiente de difusión inter-empresas es 0,30 para el modelo logístico, sien-

do los coeficientes de imitación e innovación del modelo Bass 0,23 y 0,005 respectivamente.

La influencia positiva, de la recepción de una subvención a la modernización de las infraestructuras de riego de la CR, ha quedado manifiesta en las CCRR adoptantes. El momento de máxima difusión coincide con el año que se deroga el Decreto 51/92, de 21 de mayo, tras el cual se establece un nuevo sistema de ayudas para la mejora, modernización y consolidación de los regadíos de la Región de Murcia, mediante la Orden de 30 de mayo de 2003, dentro del ámbito de actuación del PNR.

#### **6.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA DIFUSIÓN ENTRE LOS AGRICULTORES DE LA CR DEL CAMPO DE CARTAGENA**

Se ha estudiado el sendero de difusión de la tecnología de riego por goteo, entre los agricultores de la CR del Campo de Cartagena, utilizando las principales metodologías recogidas en la literatura científica. Tras el análisis, se puede apreciar que, dicho proceso está influenciado por interacciones entre sus miembros y por el aprendizaje que éstos van adquiriendo de la tecnología, con la experiencia de su uso y el aprendizaje derivado de los adoptantes previos. De esta forma, se reduce la incertidumbre en torno a la tecnología y se motiva a otros agricultores, que todavía no la han adoptado, siendo los modelos Logístico y Bass, los que soportan esta hipótesis y, los que mejor describen el proceso.

La tecnología en sí, ya ha llegado a su techo entre los agricultores de esta CR como reflejan los modelos y la realidad. Los mayores coeficientes de difusión inter-empresa, global y de conocimiento son 0,26, 0,26 y 0,50, respectivamente, para el modelo Logístico, mientras que el modelo Bass presenta un coeficiente de imitación de 0,20 para los agricultores, de 0,24 para la superficie y de 0,42 para la información.

La tasa de crecimiento del conocimiento duplica a la tasa de adopción inter-empresa, en el periodo analizado, alcanzando esta última su valor máximo cuando el conocimiento de la existencia de la tecnología llega a la mayoría de regantes.

Desde que la tecnología sale al mercado, a principios de los años setenta, hasta que comienza a propagarse su conocimiento, se produce un retraso de unos 3 años, según los modelos analizados. Este retraso se incrementa en unos 5 años, hasta que se extiende la adopción entre agricultores, y para el establecimiento de un 10% de la superficie con riego localizado hubo que esperar entre 6 y 7 años.

Una justificación que cabría realizar al retraso, de la implantación de ésta tecnología en la CR del Campo de Cartagena, se deba a las fuertes inversiones que han de realizar los agricultores. Aunque la CR afronte las grandes obras de la infraestructura de distribución y control del agua, y se las acerquen hasta pie de finca, es el propio agricultor el que ha de tomar la decisión de completar la instalación. En este caso concreto, para que las fuertes inversiones generadas tengan la eficacia deseada, se ha de completar el sistema con la construcción de una balsa de almacenamiento del agua de riego y la instalación de la propia tecnología, con la finalidad de paliar la inseguridad en el abastecimiento del agua y adquirir las ventajas tecnológicas.

De la contrastación de los distintos modelos, se deduce cuál ha sido el factor que ha impulsado este proceso de adopción, de cara al establecimiento de políticas de implantación tecnológica en otras zonas agrarias o con otras tecnologías, ya que si se aplica, allí donde el uso de una tecnología se encuentra en un estado emergente, se podría, no solamente describir el proceso, sino también predecir y controlar sus parámetros, y con ello contribuir al crecimiento económico y el bienestar de los agricultores allí ubicados.

Habría que considerar en este proceso de difusión que, la CR ha contribuido a la expansión de la tecnología de riego por goteo usada por los agricultores, adoptando, de forma escalonada y en varias fases, tecnología de distribución y control que facilita el acceso al agua por parte del agricultor. Esta adopción colectiva de la comunidad mejora la eficiencia de las infraestructuras hidráulicas de la zona y facilita la captación de agua al agricultor.

Al analizar de forma conjunta los procesos de difusión estimados en este trabajo, y siguiendo el modelo logístico, se aprecia que la difusión del conocimiento ha precedido a todos los procesos, con una velocidad de crecimiento mucho mayor a cualquiera de ellos. Atendiendo al año en el que se da la tasa de difusión máxima, la difusión inter-agricultores se retrasa seis años de la difusión del conocimiento, nueve lo hace la difusión de la tecnología intra-agricultores y más de veinte las CCR.

Aunque la adquisición de información, acerca de la tecnología, ha jugado un importante papel en el desarrollo, la acumulación de la información y la experiencia se ha desarrollado a menor velocidad entre las CCR que entre los agricultores, puesto que estos últimos han demostrado individualmente una mayor iniciativa innovadora que las CCR, mucho más dependientes en su toma de decisión de las Administraciones Públicas y sus actuaciones financiadoras.

## IMPLICACIONES POLÍTICAS

Las implicaciones de los resultados del trabajo, orientadas a proporcionar una base que mejore el conocimiento en las acciones de las futuras políticas que se lleven a cabo en el área de adopción de tecnologías de riego y conservación de recursos naturales, serán expuestas teniendo como referencia una zona eminentemente agrícola donde la escasez de agua es un problema estructural.

En cuanto a las políticas que actúen sobre las características de los individuos para incrementar la velocidad de adopción de innovaciones relacionadas con la tecnología de riego en agricultura, deberán incorporar la intensificación de los servicios de extensión que informen del beneficio de la tecnología de riego, la existencia de parcelas piloto donde el agricultor pueda comprobar el funcionamiento y manejo de ésta, el incremento de los niveles de educación y formación agraria, promover que el agricultor conozca lo antes posible la cantidad de agua que puede disponer por año hidrológico, y el establecimiento de una garantía de suministro anual. Además, la realización de este tipo de políticas agrarias debería considerar las opiniones de los agricultores y usuarios en campo.

Para la actuación sobre las variables económicas, las políticas apropiadas, que emanan de este trabajo para aumentar la velocidad de difusión, han de basarse en facilitar el acceso al crédito, para que los agricultores puedan requerir la adquisición de tecnología, y mejorar el precio de la misma, con el objetivo de aumentar las inversiones de los agricultores.

Así mismo, las implicaciones políticas para mejorar la aversión al riesgo que emana de los agricultores y su actitud frente a una tecnología reductora de éste, combinarían las consideraciones respecto a la información y las restricciones de capital, incorporando una mejora en la difusión de la información sobre la tecnología y en la reducción del riesgo de sus costes.

Respecto a las políticas que actúen sobre las características de las explotaciones y su acceso a los recursos disponibles se deberán basar en la reducción de las imperfecciones del mercado en cuanto al precio del agua se refiere. Se deberá buscar un correcto equilibrio entre los precios de los factores de producción y productos que tengan en cuenta el verdadero valor del agua, una gestión sostenible de la misma y la consideración de todos los usos y valores. Esto supondría la liberalización económica de los recursos que, teóricamente establecería un apropiado precio del agua para los agricultores y posiblemente éste les haría reaccionar hacia la adopción.



## BIBLIOGRAFÍA



- ABADI GHADIM, A.K.; PANNELL, D.J. (1999). A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation. *Agricultural Economics* 21, 145-154.
- ABDULAI, A.; HUFFMAN, W.E. (2005). The diffusion of new agricultural technologies: The case of crossbred-cow technology in Tanzania. *American Journal of Agricultural Economics* 87, 645-659.
- ADESINA, A.A.; BAIDUFORSON, J. (1995). Farmers Perceptions and Adoption of New Agricultural Technology - Evidence from Analysis in Burkina-Faso and Guinea, West-Africa. *Agricultural Economics* 13, 1-9.
- ADESINA, A.A.; ZINNAH, M.M. (1993). Technology Characteristics, Farmers Perceptions and Adoption Decisions - A Tobit-Model Application in Sierra-Leone. *Agricultural Economics* 9, 297-311.
- ALCÓN, F. (2004). Análisis de la Eficiencia de las Comunidades de Regantes del Litoral Mediterráneo. Murcia, Trabajo para el acceso al Diploma de Estudios Avanzados, E.T.S.I. Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena.
- ALCÓN, F.; DE MIGUEL, M.ªD.; SMITH, H.B. (2004). El agua en la agricultura de la Región de Murcia. (V Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria: Santiago de Compostela).
- ALCÓN, F.; DE MIGUEL, M.ªD.; FERNANDEZ-ZAMUDIO, M.A. (2006). Modelización de la difusión de la tecnología de riego localizado en el Campo de Cartagena. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 210, 227-245.
- ÁLVAREZ, I. (2004). La política europea de I+D: Situación actual y perspectivas. *Boletín Económico de ICE* 2818, 39-50.
- ANDERSON, D.P.; WILSON, P.N.; THOMPSON, G.D. (1999). The adoption and diffusion of level fields and basins. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 24, 186-203.
- ANDERSON, J.B.; DESMOND, A.J.; GREEN, R. (2005). Determinants of farmer adoption of organic production methods in the fresh-market produce sector in California: A logistic regression analysis. (Western Agricultural Economics Association Annual Meeting: San Francisco, California).

- ANDERSON, J.R.; DILLON, J.L.; HARDAKER, J.B. (1977). 'Agricultural decision analysis.' (Iowa State University Press: Ames).
- ANEP (1998). Seminario de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva: Tendencias de la Investigación Agrícola en el ámbito Mediterráneo. (Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva. Madrid).
- ANTLE, J.M.; CRISSMAN, C.C. (1990). Risk, Efficiency, and the Adoption of Modern Crop Varieties - Evidence from the Philippines. *Economic Development and Cultural Change* 38, 517-537.
- ARCAS, N. (1999). 'El marketing de las cooperativas agrarias.' (CIRIEC-España: Valencia).
- ARCAS, N. (2004). 'El cooperativismo hortofrutícola de la Región de Murcia: evolución reciente y diagnóstico actual.' (FECOAM: Murcia).
- ARCAS, N.; ALCÓN, F. (2007). Contribución de las entidades de "economía social" a la gestión eficiente del agua para uso agrícola: situación en la Región de Murcia. *Revista de Estudios Cooperativos* 91, 7-33.
- ARELLANES, P.; LEE, D.R. (2003). The Determinants of Adoption of Sustainable Agriculture Technologies: Evidence from the Hillsides of Honduras. (International Association of Agricultural Economics (IAAE): Durban, South Africa).
- ARGUDO, J.L. (2002). El tercer sector y Economía Social. Marco teórico y situación actual. *Acciones e Investigaciones Sociales* 15, 239-263.
- BAER, A.G.; BROWN, C. (2006). Adoption of E-Marketing by Direct Market Farms in the Northeastern U.S. (American Agricultural Economics Association, Annual Meeting: Long Beach, California).
- BAIDU-FORSON, J. (1999). Factors influencing adoption of land-enhancing technology in the Sahel: lessons from a case study in Niger. *Agricultural Economics* 20, 231-239.
- BALLESTERO, E. (2000). 'Economía de la empresa agraria y agroalimentaria.' (Mundi-Prensa: Madrid).
- BANKS, R. (1994). 'Growth and diffusion phenomena: Mathematical frameworks and applications.' (Springer-Verlag: New York).
- BAPTISTA, R. (1999). The diffusion of process innovations: a selective review. *International Journal of the Economics of Business* 6, 107-129.
- BAPTISTA, R. (2001). Geographical Clusters and Innovation Diffusion. *Technological Forecasting and Social Change* 66, 31-46.
- BARCELÓ, L.V.; COMPÉS, R.; GARCÍA ÁLVAREZ-COQUE, J.M.; TIO, C. (1995). 'Organización económica de la agricultura española: adaptación de la agricultura española a la normativa de la UE.' (Fundación Alonso Martín Escuder: Madrid).

- BARRETT, C.B.; MOSER, C.M.; MCHUGH, O.V.; BARISON, J. (2004). Better Technology, Better Plots, or Better Farmers? Identifying Changes in Productivity and Risk among Malagasy Rice Farmers. *American Journal of Agricultural Economics* 86, 869-888.
- BARTOLINI, E.; BAUSSOLA, M. (2001). The Determinants of Technology Adoption in Italian Manufacturing Industries. *Review of Industrial Organization* 19, 305-328.
- BASS, F. (1969). A new product growth model for consumer durables. *Management Science* 15, 215-227.
- BASS, F. (1980). The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovation. *Journal of Business* 53, 51-57.
- BATTE, M.T.; JONES, E. (1990). Computer use by Ohio commercial farmers. *American Journal of Agricultural Economics* 72, 935-946.
- BATZ, F.J.; PETERS, K.J.; JANSSEN, W. (1999). The influence of technology characteristics on the rate and speed of adoption. *Agricultural Economics* 21, 121-130.
- BEAUDRY, C.; BRESCHI, S. (2000). 'Does "Clustering" really help firms' innovative activities?' (Universidad Luigi Bocconi, Milan).
- BERBEL, J.; GÓMEZ-LIMÓN, J.A. (2000). The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas. *Agricultural Water Management* 42, 219-238.
- BEWLEY, R.; FIEBIG, D.G. (1988). A Flexible Logistic Growth-Model with Applications in Telecommunications. *International Journal of Forecasting* 4, 177-192.
- BIRKHAUSER, D.; EVENSON, R.; FEDER, G. (1991). The economic impact of agricultural extension: a review. *Economic Development & Cultural Change* 39, 607-650.
- BOGGESE, W.G.; LYNNE, G.D.; JONES, J.W.; SWANEY, D.P. (1983). Risk-Return Assessment of Irrigation Decisions in Humid Regions. *Southern Journal of Agricultural Economics* 15, 135-143.
- BOX, M. (1992). 'El regadío Medieval en España: época árabe y conquista romana'. En *Hitos históricos de los regadíos españoles*. Editores: A. Gil y A. Morales. MAPA, Madrid.
- BROWN, L.A. (1981). 'Innovation diffusion: A new perspective.' (Methuen: London).
- BURTON, M.; RIGBY, D.; YOUNG, T. (2003). Modelling the adoption of organic horticultural technology in the UK using Duration Analysis. *Australian Journal of Agricultural & Resource Economics* 47, 29-54.
- CABALLER, V.; GUADALAJARA, N. (1998). 'Valoración Económica del Agua de Riego.' (Ediciones Mundi-Prensa: Madrid).
- CAREY, J.M., ZILBERMAN, D. (2002). A Model of Investment under Uncertainty: Modern Irrigation Technology and Emerging Markets in Water. *American Journal of Agricultural Economics* 84, 171-183.

- CARLETTO, C.; DE JANVRY, A. (1999). Sustainability in the diffusion of innovations: Smallholder nontraditional agro-exports in. *Economic Development & Cultural Change* 47, 345-369.
- CARM (2005). Anuario Estadístico de la Región de Murcia. Murcia, Consejería de Economía y Hacienda. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- CARM (2006). 'Memoria 2003-2005.' (Consejería de Agricultura y Agua: Murcia).
- CARM (2007a). 'Plan de Ciencia y Tecnología (2007-2010).' (Consejería de Economía, Industria e Innovación. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia: Murcia).
- CARM (2007b). 'Plan Estratégico del Sector Agroalimentario de la Región de Murcia (2007-2010).' (Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia: Murcia).
- CARMONA, M.M.; GÓMEZ, J.; FAURA, U. (2005). La difusión de la agricultura ecológica en España: una propuesta de modelización matemática. *Estudios Agrosociales y Pesqueros* 205, 39-63.
- CASE, A. (1992). Neighborhood influence and Technology Change. *Regional Science and Urban Economics* 22, 491-508.
- CASWELL, M.; LICHTENBERG, E.; ZILBERMAN, D. (1990). The effects of pricing policies on water conservation and drainage. *American Journal of Agricultural Economics* 72, 883-890.
- CASWELL, M.; ZILBERMAN, D. (1985). The Choices of Irrigation Technologies in California. *American Journal of Agricultural Economics* 67, 223-234.
- CASWELL, M.; ZILBERMAN, D. (1986). The Effects of Well Depth and Land Quality on the Choice of Irrigation Technology. *American Journal of Agricultural Economics* 68, 798-811.
- CE (2005). 'Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un programa marco para la innovación y la competitividad (2007-2013).' Bruselas.
- CHATTERJEE, R.; ELIASHBERG, J. (1990). The Innovation Diffusion Process in A Heterogeneous Population - A Micromodeling Approach. *Management Science* 36, 1057-1079.
- CHATTERJEE, R.; ELIASHBERG, J.; RAO, V. (2000). Dinamic models incorporating competition. En 'New-Product Diffusion Models'. (Eds V Mahajan, E Muller, and Y Wind). pp. 165-206. (Kluwer Academic Publisher: Pennsylvania, USA).
- CHENG, L.K.; TAO, Z.G. (1999). The impact of public policies on innovation and imitation: The role of R&D technology in growth models. *International Economic Review* 40, 187-207.

- CHENG, L.K., ZHIGANG, T. (1999). The impact of public policies on innovation and imitation: The role of R&D technology in growth. *International Economic Review* 40, 187-207.
- CHS (1997). Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura. [http://www.mma.es/Confederación Hidrográfica del Segura](http://www.mma.es/Confederación_Hidrográfica_del_Segura).
- CHURCHILL, G.A. (1979). Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research* 16, 64-73.
- CLEVES, M.A.; GOULD, W.W.; GUTIERREZ, R.G. (2002). 'An Introduction to Survival Analysis Using Stata.' (Stata Corporation, College Station, TX: Stata Press).
- COCHRANE, W.W. (1958). 'Farm prices, myth and reality.' (University of Minnesota Press: Minneapolis).
- COLMAN, D.; BURTON, M.; RIGBY, D.; FRANKS, J. (2002). Structural change and policy reform in the UK dairy sector. *Journal of Agricultural Economics* 53, 645-663.
- COX, D.R. (1972). Regression Models and Life-Tables. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 34, 187-220.
- COX, D.R.; SNELL, E.J. (1968). A General Definition of Residuals (with Discussion). *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 39, 248-275.
- CSCamaras (2006). Base de Datos de Comercio Exterior. <http://aduanas.camaras.org/>. Consejo Superior de Cámaras de Comercio, Industria y Navegación de España.
- 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, 630-647.
- DADI, L.; BURTON, M.; OZANNE, A. (2004). Duration analysis of technological adoption in Ethiopian agriculture. *Journal of Agricultural Economics* 55, 613-631.
- DASBERG, S.; OR, D. (1999). 'Drip Irrigation.' (Springer: Berlin).
- DAVIES, S. (1979). 'The Diffusion of Process Innovations.' (Cambridge University Press: Cambridge).
- DE JANVRY, A. (1973). A Socioeconomic Model of Induced Innovations for Argentine Agricultural Development. *The Quarterly Journal of Economics* 87, 410-435.
- DE MIGUEL, M.<sup>ª</sup>D.; CASES, B.; MOYA, I. (1994). La variación de las rentas en producciones hortofrutícolas mediterráneas. *Investigación Agraria: Economía* 9, 95-112.
- DEEPINDER, S.B.; LEWIS, L.F.; GRAHAM, P.; VINCENT, S.L. (2005). The adoption and use of collaboration information technologies: international comparisons. *Journal of Information Technology* 20, 130-140.
- DEL CAMPO, A. (2006). Las comunidades de regantes de España y su Federación Nacional. <http://ww.fenacore.org>.

- DESCLAUDE, G.; TONDUT, J. (1979). 'La empresa agraria y su gestión.' (Mundi-Prensa: Madrid).
- DICKERSON, M.D.; GENTRY, J.W. (1983). Characteristics of Adopters and Non-Adopters of Home Computers. *Journal of Consumer Research* 10, 225-235.
- DIEPERINK, C.; BRAND, L.; VERMEULEN, W. (2004). Diffusion of energy-saving innovations in industry and the built environment: Dutch studies as inputs for a more integrated analytical framework. *Energy Policy* 32, 773-784.
- DINAR, A.; YARON, D. (1992). Adoption and Abandonment of Irrigation Technologies. *Agricultural Economics* 6, 315-332.
- DINAR, A.; YARON, D. (1990). Influence of Quality and Scarcity of Inputs on the Adoption of Modern Irrigation Technologies. *Western Journal of Agricultural Economics* 12, 224-233.
- DIPAK, J.; VIJAY, M.; MULLER, E. (1991). Innovation diffusion in the presence of supply restrictions. *Marketing Science (1986-1998)*. 10, 83-90.
- DIXON, R. (1980). Hybrid corn revisited. *Econometrica* 48, 1451-1461.
- DOBBS, T.T.; FOSTER, P. (1976). Incentives to Invest in New Agricultural Inputs in north India. *Economic Development and Cultural Change* 21, 101-117.
- DOCKNER, E.; JORGENSEN, S. (1988). Optimal Advertising Policies for Diffusion Models of New Product Innovations in Monopolistic Situations. *Management Science* 34, 119-30.
- DORFMAN, J.H. (1996). Modeling multiple adoption decisions in a joint framework. *American Journal of Agricultural Economics* 78, 547-557.
- DOSS, C.R.; MORRIS, M.L. (2001). How does gender affect the adoption of agricultural innovations? The case of improved maize technology in Ghana. *Agricultural Economics* 25, 27-39.
- EASINGWOOD, C.J.; MAHAJAN, V.; MULLER, E. (1981). A nonsymmetric responding logistic model for forecasting technological substitution. *Technological Forecasting and Social Change* 20, 199-213.
- EASINGWOOD, C.J.; MAHAJAN, V.; MULLER, E. (1983). A non-uniform influence innovation diffusion model of new product acceptance. *Management Science* 2, 273-296.
- EDGAR, A.P.; PHILIP, C.B.; DOUGLAS, J.T. (1967). Can new product buyers be identified? *Journal of Marketing Research* 4, 349-354.
- ELLISON, G.; FUDENBERG, D. (1993). Rules of Thumb for Social Learning. *Journal of Political Economy* 101, 612-643.
- ERSADO, L.; AMACHER, G.; ALWANG, J. (2004). Productivity and land enhancing technologies in northern Ethiopia: Health public investments, and sequential adoption. *American Journal of Agricultural Economics* 86, 321-331.

- FEATHERSTONE, A.M.; KALIBA, A.R.M.; NORMAN, D.W. (1997). A stall-feeding management for improved cattle in semiarid central Tanzania: factors influencing adoption. *Agricultural Economics* 17, 133-146.
- FEDER, G. (1980). Farm Size, Risk Aversion and the Adoption of New Technology under Uncertainty. *Oxford Economic Papers* 32, 263-283.
- FEDER, G. (1982). Adoption of Interrelated Agricultural Innovations - Complementarity and the Impacts of Risk, Scale, and Credit. *American Journal of Agricultural Economics* 64, 94-101.
- FEDER, G.; O'MARA, G.T. (1982). On Information and innovation diffusion: a Bayesian approach. *American Journal of Agricultural Economics* 64, 145-147.
- FEDER, G.; SLADE, R. (1984). The Acquisition of Information and the Adoption of New Technology. *American Journal of Agricultural Economics* 66, 312-320.
- FEDER, G.; UMALI, D.L. (1993). The adoption of agricultural innovations: A review. *Technological Forecasting and Social Change* 43, 215-239.
- FEDER, G.; JUST, R.E.; ZILBERMAN, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development & Cultural Change* 33, 255-298.
- FELDMAN, L.P. (1975). Identifying Buyers of a Major Automotive Innovation. *Journal of Marketing* 39, 47-53.
- FERNANDEZ, A.; RODRÍGUEZ, L.; PAREJO, J.A.; GARCÍA, L. (1983). 'Progreso tecnológico en agricultura.' (Banco de Crédito Agrícola: Madrid).
- FERNÁNDEZ, A.M.; LEÓN, M.D. (2006). Teoría evolucionista y sistemas de innovación: implicaciones institucionales y organizacionales de la innovación tecnológica y el desarrollo económico regional. *Boletín Económico de ICE* 2876, 25-43.
- FERNÁNDEZ, E. (1996). 'Innovación tecnológica y alianzas estratégicas. Factores clave de la competencia.' (Editorial Civitas: Madrid, España).
- FERNANDEZ-ZAMUDIO, M.A.; ALCÓN, F.; DE MIGUEL, M.D. (2007). Política Tarifaria del Agua de Riego y sus efectos sobre la sustentabilidad de la producción de la uva de mesa española. *Agrociencia* 41, 805-815.
- FERREIRO, A. (1994). Valoración Económica del Agua. En 'Análisis económico y gestión de recursos naturales'. (Eds D Azqueta and A Ferreiro). pp. 221-247. (Alianza Editorial: Madrid).
- FISCHER, A.J.; ARNOLD, A.J.; GIBBS, M. (1996). Information and the speed of innovation adoption. *American Journal of Agricultural Economics* 78, 1073-1081.
- FISHELSON, G.; RYMON, D. (1989). Adoption of agricultural innovations: The case of drip irrigation of cotton in Israel. *Technological Forecasting and Social Change* 35, 375-382.

- FLORES, E. (1968). Tratado de Economía Agrícola. Fondo de Cultura Económica. México.
- FOLTZ, J.D. (2003). The economics of water-conserving technology adoption in Tunisia: An empirical estimation of farmer technology choice. *Economic Development and Cultural Change* 51, 359-373.
- FOURT, L.A.; WOODLOCK, J.W. (1960). Early Prediction of Market Success for New Grocery Products. *Journal of Marketing* 25, 31-38.
- FRANZEL, S.; PHIRI, D.; MAFONGOYA, P.; JERE, I.; KATANGA, R.; PHIRI, S. (2003). The Blending of Participatory Research and Quantitative Methods: Wealth Status, Gender and the Adoption of Improved Fallows in Zambia. (XXV International Conference of Agricultural Economics: Durban, South Africa).
- FREEMAN, C. (1975). 'La teoría económica de la innovación industrial.' (Alianza: Madrid).
- FREEMAN, C. (1995). The National System of Innovation in Historical-Perspective. *Cambridge Journal of Economics* 19, 5-24.
- FUGLIE, K.O.; KASCAK, C.A. (2001). Adoption and Diffusion of Natural-Resource-Conserving Agricultural Technology. *Review of Agricultural Economics* 23, 386-403.
- GAFSI, S.; ROE, T. (1979). Adoption of Unlike High-yielding Wheat Varieties in Tunisia. *Economic Development and Cultural Change* 28, 155-174.
- GALENDE, J. (2002). El análisis de la innovación tecnológica desde la Economía y Dirección de Empresas. *Boletín Económico de ICE* 2719, 23-38.
- GARCÍA, M. (1977). 'La innovación Tecnológica y su difusión en la agricultura.' (Ministerio de Agricultura. Secretaría General Técnica, Servicio de Publicaciones Agrarias: Madrid).
- GATIGNON, H.; ELIASHBERG, J.; ROBERTSON, T.S. (1989). Modeling Multinational Diffusion Patterns: An Efficient Methodology. *Marketing Science* 8, 231.
- GATIGNON, H.; ROBERTSON, T.S. (1991). Innovative Decision Processes. En 'Handbook of Consumer Behaviour'. (Eds TS Robertson and HH Kassatjian). pp. 316-348. (Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ).
- GHOSH, S.; MCGUCKIN, J.T.; KUMBHAKAR, S.C. (1994). Technical Efficiency, Risk Attitude, and Adoption of New Technology - the Case of the United-States Dairy-Industry. *Technological Forecasting and Social Change* 46, 269-278.
- GLADWIN, C.H. (1979). Cognitive Estrategies and Adoption Decisions: a Case Study of Nondoption of an Agronomic Recommendation. *Economic Development and Cultural Change* 28, 155-174.

- GOLD, B. (1980). On the adoption of Technological Innovations in Industry: Superficial Models and Complex Decision Processes. *International Journal of Management Science* 8, 505-516.
- GOLD, B. (1981). Technological Diffusion in Industry: Research Needs and Shortcomings. *Journal of Industrial Economics* 24, 247-269.
- GÓMEZ, A.C. (1986). Difusión-Adopción de Innovaciones en Agricultura: un estudio sobre la campaña de Córdoba. Universidad de Córdoba.
- GONZÁLEZ, C.L. (2004). La política española de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica: El plan nacional de I+D+i para el período 2004-2007. *Boletín Económico de ICE* 2796, 15-29.
- GOODWIN, B.K.; SCHROEDER, T.C. (1994). Human-Capital, Producer Education-Programs, and the Adoption of Forward-Pricing Methods. *American Journal of Agricultural Economics* 76, 936-947.
- GORDON, R.J. (2000). Does the "New Economy" measure up to the great inventions of the past? *Journal of Economic Perspectives* 14, 49-74.
- GOWRISANKARAN, G.; STAVINS, J. (2004). Network externalities and technology adoption lessons from electronic payments. *Rand Journal of Economics* 35, 260-276.
- GRECO, A.J.; FIELDS, D.M. (1991). Profiling Early Triers of Service Innovations: A Look at Interactive Home Video Ordering Services. *The Journal of Services Marketing* 5, 19-26.
- GREEN, G. (2003). 'Análisis Económico.' (Prentice Hall International: New Jersey. UK).
- GREEN, G.; SUNDING, D. (1997). Land Allocation, Soil Quality, and the Demand for Irrigation Technology. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 22, 367-375.
- GREEN, G.; SUNDING, D.; ZILBERMAN, D.; DOUG, P. (1996). Explaining irrigation technology choices: A microparameter approach. *American Journal of Agricultural Economics* 78, 1064-1072.
- GRILICHES, Z. (1957). Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. *Econometrica* 25, 501-522.
- HALL, D.C.; EHUI, S.K.; SHAPIRO, B.I. (2004). Economic analysis of the impact of adopting herd health control programs on smallholder dairy farms in Central Thailand. *Agricultural Economics* 31, 335-342.
- HARDAKER, J.B.; HUIRNE, R.B.; ANDERSON, J.R. (1997). 'Coping with risk in agriculture.' (CAB International: Wallingford. Reino Unido).
- HARDIE, B.; ROBERTSON, T.S.; ROSS, W. (1996). Technology Adoption: Amplifying versus Simplifying Innovations. *Marketing Letters* 7, 355-369.

- HASSINGER (1959). Stages in the adoption process. *Rural Sociology* 24, 52-53.
- HIRSCHMAN, E. Comprehending symbolic consumption: three theoretical issues. Eds E Hirschman y M Holbrook. *Symbolic Consumer Behaviour*. 1981. MI, Association for Consumer Research.
- HOLDAWAY, E.A.; SEGUER, J.A. (1968). The Development of Indices of Innovativeness. *Canadian Education and Research Digest* 8, 366-379.
- HORSKY, D. (1990). A Diffusion-Model Incorporating Product Benefits, Price, Income and Information. *Marketing Science* 9, 342-365.
- HORSKY, D.; SIMON, L.S. (1983). Advertising and the Diffusion of New Products. *Management Science* 1, 1-17.
- HOWELL, J. (2000). Drops of life in the history of irrigation. *Irrigation Journal* 50, 8-15.
- HURT, H.T.; JOSEPH, K.; COOK, C.D. (1977). Scales for the Measurement of Innovativeness. *Human Communication Research* 4, 58-65.
- IGLESIAS, A. (1995). La influencia del cambio climático en los cultivos. *El Boletín* 21, 16-24.
- INE (2005). Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas. <http://www.ine.es/inebase/>.
- INE (2007). Investigación y desarrollo tecnológico. Estadística sobre actividades de I+D. <http://www.ine.es/inebase>.
- JARVIS, L.S. (1981). Predicting the Diffusion of Improved Pastures in Uruguay. *American Journal of Agricultural Economics* 63, 495-502.
- JENKINS, S.P. (1997). Discrete time proportional hazards regression. *Stata Technical Bulletin* 39, 22-32.
- JENKINS, S.P. (1995). Easy Estimation Methods for Discrete-Time Duration Models. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics* 57, 129-138.
- JENSEN, R. (1982). Adoption and diffusion of an innovation of uncertain profitability. *Journal of Economic Theory* 27, 182-193.
- JENSEN, R. (1983). Innovation adoption and diffusion when there are competing innovations. *Journal of Economic Theory* 29, 161-171.
- JEREMY, D.F. (2003). The economics of water-conserving technology adoption in Tunisia: An empirical estimation of farmer technology choice. *Economic Development and Cultural Change* 51, 359-373.
- JILIBERTO, R.; MERINO, A. (1997). Sobre la situación de las comunidades de regantes. En 'La gestión del agua de riego'. (Eds J López-Gálvez and JM Naredo). pp. 183-201. (Fundación Argentaria: Madrid).

- JULIÁ, J.F.; ALONSO, M. (1994). Les entreprises D'Economie Sociale dans L'agriculture espagnole; L'asociacionismo aricole epagnole. *Annales de L'Economie Publique Sociale et Cooperative* 65, 489-506.
- KALBFLEISCH, J.D.; PRENTICE, R.L. (1980). 'The Statistical Analysis of Failure Time Data.' (Wiley: New York).
- KARLHEINZ, K.; EVEN, A.L. (2000). Diffusion theory and practice Disseminating quality management and software process improvement innovations. *Information Technology & People* 13, 11-26.
- KARSHENAS, M.; STONEMAN, P. (1995). Technological Diffusion. En 'Handbook of the economics of innovation and technological change'. (Ed. P Stoneman). pp. 265-296. (Blackwell Handbook in Economics: Oxford).
- KARSHENAS, M.; STONEMAN, P.L. (1993). Rank, Stock, Order, and Epidemic Effects in the Diffusion of New Process Technologies - An Empirical-Model. *Rand Journal of Economics* 24, 503-528.
- KATZ, E.; MARTIN, L.L.; HAMILTON, H. (1963). Traditions of Research on the Diffusion of Innovations. *American Sociological Review* 28, 237-253.
- KELLER, J. BLIESNER, R.D. (1990). 'Sprinkler and Trickle Irrigation.' (Chapman y Hall: Nueva York).
- KENNETH, T. (2003). 'Discrete Choice Methods with Simulation.' (Cambridge University Press: Cambridge).
- KEY, N.; ROBERTS, M.J. (2006). Government Payments and Farm Business Survival. *American Journal of Agricultural Economics* 88, 382-392.
- KIEFER, N.M. (1988). Economic Duration Data and Hazard Functions. *Journal of Economic Literature* 26, 646-679.
- KISLEV, Y.; SHCHORI-BACHRACH, N. (1973). The Process of an Innovation Cycle. *American Journal of Agricultural Economics* 55, 28-37.
- KNUDSON, M.K. (1991). Incorporating technological change in diffusion models. *American Journal of Agricultural Economics* 73, 722-733.
- KOTLER, P. (1995). 'Dirección de Marketing.' (Prentice Hall: Madrid).
- KOTLER, P. (1997). 'Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control.' (Prentice Hall, Upper Saddle River: New Jersey).
- LAAJIMI, A.; ALBISU, L.M. (1998). Transmisión de Conocimientos en la Horticultura Ecológica. (III Congreso de la Asociación Española de Agricultura Ecológica: Valencia).
- LANCASTER, T. (1972). A Stochastic Model for the Duration of a Strike. *Journal of the Royal Statistical Society* 135, 257-271.

- LANCASTER, T. (1990). 'The Econometric Analysis of Transition Data.' (Cambridge University Press: Cambridge).
- LAPAR, L.A.; PANDEY, S. (1999). Adoption of soil conservation: the case of the Philippines uplands. *Agricultural Economics* 21, 241-256.
- LASTOVICKA, J.L.; THAMODARAN, K. (1991). Common Factor Score Estimates in Multiple-Regression Problems. *Journal of Marketing Research* 28, 105-112.
- LEATHERS, H.D.; SMALE, M. (1991). A Bayesian approach to explaining sequential adoption of components of a technological package. *American Journal of Agricultural Economics* 73, 734-742.
- LICHTENBERG, E. (1989). Land Quality, Irrigation Development, and Cropping Patterns in the Northern High Plains. *American Journal of Agricultural Economics* 71, 187-195.
- LIN, J.Y. (1991). Education and innovation adoption in agriculture: Evidence from hybrid rice in China. *American Journal of Agricultural Economics* 73, 713-723.
- LINDNER, R. (1987). Adoption and diffusion of technology: an Overview. En 'Technological Change in postharvest Handling and Transportation of Grain in the Humid Tropics'. (Eds BR Champ, E Highly, and JV Remenyi). pp. 144-151. (Australian Centre for International Agricultural Research: Bangkok, Thailand).
- LINDNER, R.; FISCHER, A.; PARDEY, P. (1979a). The time to adoption. *Economics Letters* 2, 187-190.
- LOSADA, A. (1997). Glosario Sobre Sistemas de Riego. *Ingeniería del Agua* 4, 55-68.
- MADDALA, G.S. (1997). 'Limited-dependent and qualitative variables in econometrics.' (Cambridge University Press: Cambridge).
- MAHAJAN, V.; SHARMA, S.; BETTIS, R.A. (1988). The Adoption of the M-Form Organizational Structure: A Test of Imitation Hypothesis. *Management Science* 34, 1188-1201.
- MAHAJAN, V. (1986). Advertising Pulsing Policies for Generating Awareness for New Products. *Marketing Science (1986-1998)*. 5, 89-106.
- MAHAJAN, V.; MULLER, E. (1979). Innovation diffusion and new product growth models in marketing. *Journal of Marketing* 43, 55-68.
- MAHAJAN, V.; MULLER, E. BASS, F. (1995). Diffusion of new products: empirical generalizations and managerial uses. *Marketing Science* 14, 79-88.
- MAHAJAN, V.; MULLER, E. BASS, F. (1990a). New products diffusion model in marketing: a review and directions for research. *Journal of Marketing* 54, 1-26.
- MAHAJAN, V.; MULLER, E.; KERIN, A. (1984). Introduction Strategy for New Products With Positive and Negative Word-of-Mouth. *Management Science (pre-1986)*. 30, 1389.

- MAHAJAN, V.; MULLER, E.; SRIVASTAVA, R.K. (1990b). Determination of Adopter Categories by Using Innovation Diffusion Model. *JMR, Journal of Marketing Research* 27, 37-50.
- MAHAJAN, V.; PETERSON, R.A. (1978). Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population. *Management Science* 24, 1589-1597.
- MAHAJAN, V.; PETERSON, R.A. (1985). 'Model for Innovation Diffusion.' (CA: Sage Publications, Inc.: Beverly Hills).
- MAHAJAN, V.; PETERSON, R.A.; JAIN, A.K.; MALHOTRA, N. (1979). A New Product Growth Model with a Dynamic Market Potential. *Long Range Planning* 12, 51-58.
- MAKEHAM, J.P.; MALCOLM, L.R. (1993). 'The farming game now.' (Cambridge University Press: Cambridge).
- MANSFIELD, E. (1961). Technical change and the rate of imitation. *Econometrica* 29, 741-766.
- MANSFIELD, E. (1968). 'The Economics of Technological Change.' (W.W. Norton: New York).
- MAPA (1995). El relevo generacional en el campo. *El Boletín* 21.
- MAPA (2001). 'Plan Nacional de Regadíos, Horizonte, 2008.' (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Dirección General de Desarrollo Rural: Madrid).
- MAPA (2003). Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural. <http://www.libroblancoagricultura.com/index.asp> 1.
- MAPA (2004). Hechos y cifras de la agricultura, la pesca y la alimentación en España. <http://www.mapa.es>.
- MAPA (2007a). 'Anuario Estadístico de España.' (Instituto Nacional de Estadística: Madrid).
- MAPA (2007b). Hechos y cifras de la agricultura, la pesca y la alimentación en España. <http://www.mapa.es/es/ministerio/pags/hechoscifras/introhechos.htm>.
- MAPA (2007c). Marco Nacional de Desarrollo Rural 2007-2013. [http://www.mapa.es/es/ desarrollo/pags/programacion/marco\\_nacional/marco\\_nacional.htm](http://www.mapa.es/es/ desarrollo/pags/programacion/marco_nacional/marco_nacional.htm).
- MAPP, H.P. (1988). Irrigated Agriculture on the High Plains: An Uncertain Future. *Western Journal of Agricultural Economics* 13, 339-347.
- MARRA, M.; PANNELL, D.J.; ABADI GHADIM, A.K. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are the learning curve? *Agricultural Systems* 75, 215-234.
- MARRA, M.C., HUBBELL, B.J., CARLSON, G.A. (2001). Information quality, technology depreciation, and Bt cotton adoption in the Southeast. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 26, 158-175.

- MARSH, S.P.; BURTON, M.P.; PANNELL, D.J. (2006). Understanding farmers's monitoring of water tables for salinity management. *Australian Journal of Experimental Economics* 46, 1113-1122.
- MARSH, S.P.; PANNELL, D.J. (2000). Agricultural extension policy in Australia: The good, the bad and the misguided. *Australian Journal of Agricultural & Resource Economics* 44, 605-627.
- MARSH, S.P.; PANNELL, D.J. LINDNER, R. (2000). The impact of agricultural extension on adoption and diffusion of lupins as a new crop in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 40, 571-583.
- MARTÍNEZ, E.; POLO, Y. (1996). Adopter categories in the acceptance process for consumer durables. *The Journal of Product and Brand Management* 5, 34-47.
- MARTÍNEZ-CACHÁ, A. (2004). 'Impacto económico de las sequías en el sureste agrario español.' (Fundación Universitaria San Antonio: Murcia).
- MARY, R.; LONGO, J. (1990). Information Transfer and the Adoption of Agricultural Innovations. *Journal of the American Society for Information Science* 41, 1-9.
- MCYT (2002). Jornadas de presentación y difusión del VI Programa Marco de I+D de la Unión Europea. Madrid, 25 de junio de 2002. Ministerio de Ciencia y Tecnología. [www.mcyt.es](http://www.mcyt.es).
- MEC (2004). Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2004-2007). [www.mec.es/ciencia](http://www.mec.es/ciencia). Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEYER, B.D. (1990). Unemployment-Insurance and Unemployment Spells. *Econometrica* 58, 757-782.
- MILLAN, J.A.; RUIZ, P. (1987). Modelos Logit de Adopción de Innovaciones en Invernaderos de Almería. *Investigación Agraria: Economía* 2, 115-125.
- MILNE, B. (1992). Access to information: the agricultural industry's competitive necessity. *Agricultural Science* 5, 31-34.
- MMA (2000). 'Libro Blanco del Agua en España.' (Ministerio de Medio Ambiente: Madrid).
- MMA (2004). Programa de Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua. Ministerio de Medio Ambiente. <http://www.mma.es/secciones/agua/entrada.htm>.
- MONARDES, A. (1990). Análisis de Adopción de Tecnología en el Cultivo del Maíz en el Valle del Cachapoal, Chile. *Investigación Agraria: Economía* 5, 75-94.
- MONTERO, A. (1994). Funciones económicas de las entidades asociativas agrarias. *El Boletín* 13, 43-53.
- MORENO, G.; SUNDING, D.L. (2003). Simultaneous Estimation of Technology Adoption and Land Allocation. (American Agricultural Economics Association Annual Meeting: Montreal, Canadá).

- MORENO, G.; SUNDING, D.L. (2005). Joint Estimation of Technology Adoption and Land Allocation with Implications for the Design of Conservation Policy. *American Journal of Agricultural Economics* 87, 1009-1019.
- MORTENSEN, D.T.; NEUMANN, G.R. (1984). Choice or Chance? A Structural Interpretation of individual labor market histories. En 'Studies in Labor Market Dynamics'. (Eds GR Neumann and NC Westergaard-Nielsen). (Springer-Verlag: Berlin).
- MOSCHINI, G.; HENNESSY, D.A. (2001). Uncertainty, risk aversion, and risk management for agricultural producers. In 'Handbook of agricultural economics'. (Eds BL Gardner and GC Rausser). pp. 87-153. (Elsevier: Amsterdam).
- MOSCHINI, G.; LAPAN, H. (1997). Intellectual property rights and the welfare effects of agricultural R&D. *American Journal of Agricultural Economics* 79, 1229-1242.
- MUÑOZ, R. (2004). Difusión y adopción del tractor agrícola en Cataluña. Tesis Doctoral, Universidad de Lérida.
- NABIH, M.I.; BOLEM, J.G.; POIESZ, T.B.C. (1997). Conceptual Issues in the Study of Innovation Adoption Behavior. *Advances in Consumer Research* 24, 190-196.
- NADAL, E. (1980). Los orígenes del regadío en España. *Revista de Estudios Agro-Sociales* 113, 7-37.
- NAVARRO, L.; CALATRAVA REQUENA, J.; DE LA ROSA, C. (1988a). Adopción de Paquetes Tecnológicos en el Fresón de la Costa de Huelva. *Investigación Agraria: Economía* 3, 157-164.
- NAVARRO, L.; CALATRAVA REQUENA, J.; DE LA ROSA, C. (1988b). Análisis de las Fases del Proceso de Adopción de Tecnologías en Fresón. *Investigación Agraria: Economía* 3, 73-86.
- NEGATU, W.; PARIKH, A. (1999). The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. *Agricultural Economics* 21, 205-216.
- NEGRI, D.; BROOKS, D. (1990). Determinants of Irrigation Technology Choice. *Western Journal of Agricultural Economics* 15, 213-223.
- NELSON, G.; HELLERSTEIN, D. (1997). Do roads cause deforestation? using satellite images in econometric analysis of land use. *American Journal of Agricultural Economics* 79, 80-88.
- NKONYA, E.; SCHROEDER, T.; NORMAN, D. (1997). Factors Affecting Adoption of Improved Maize Seed and Fertiliser in Northern Tanzania. *Journal of Agricultural Economics* 48, 1-12.
- NORTON, J.A.; BASS, F. (1987). A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high technology products. *Management Science* 33, 1069-1086.

- NORTON, J.A.; BASS, F. (1992). Evolution of technological generations: the law of capture. *Sloan Management Review* 33, 66-77.
- OECD (1997). 'Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data- Oslo Manual.' (Organisation for Economic Co-operation and Development Publications Service: Paris).
- OECD (2005). 'Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data.' (Organisation for Economic Co-operation and Development Publications Service: Paris).
- OHLMER, B.; OLSON, K.; BREHMER, B. (1998). Understanding farmer' decision making processes and improving managerial assistance. *Journal of Agricultural Economics* 18, 273-290.
- PANNELL, D.J.; MALCOLM, B.; KINGWELL, R.S. (2000). Are we risking too much? Perspectives on risk in farm modelling. *Agricultural Economics* 23, 69-78.
- PANNELL, D.J.; MARSHALL, G.R.; BARR, N.; CURTIS, A.; VANCLAY, F.; WILKINSON, R. (2006). Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Economics* 46, 1407-1424.
- PARTHASARATHY, M.; RITTENBURG, T.L.; BALL, A.D. (1995). A re-evaluation of the product innovation-decision process: The implications for product management. *The Journal of Product and Brand Management* 4, 35.
- PÉREZ, F. (2003). 'Economía social. Sus claves.' (CIRIEC-España: Valencia).
- PHILLIPS, L.W. (1981). Assessing Measurement Error in Key Informant Reports - A Methodological Note on Organizational Analysis in Marketing. *Journal of Marketing Research* 18, 395-415.
- PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. (1998). 'Econometric models and economic forecasts.' (McGraw Hill: New York).
- PITT, M.M.; SUMODININGRAT, G. (1991). Risk, Schooling and the Choice of Seed Technology in Developing-Countries - A Meta-Profit Function-Approach. *International Economic Review* 32, 457-473.
- PIZARRO, F. (1996).: 'Riegos localizados de alta frecuencia'. (Mundi Prensa: Madrid).
- POPE, R.D.; JUST, R.E. (1991). On testing the structure of risk preferences in agricultural supply analysis. *American Journal of Agricultural Economics* 73, 743-748.
- PRENTICE, R.L.; GLOECKER, L. (1978). Regression analysis of grouped survival data with application to breast cancer data. *Biometrics* 34, 57-67.
- PROCHASKA, J.O.; DICLEMENTE, C.C.; NORCROSS, J.C. (1992). In Search of How People Change: Applications to Addictive Behaviours. *American Psychologist* 47, 1102-1114.

- PURVIS, A.; BOGGESS, W.G.; MOSS, C.B.; HOLT, J. (1995). Technology Adoption Decisions Under Irreversibility and Uncertainty - An Ex Ante Approach. *American Journal of Agricultural Economics* 77, 541-551.
- PUTLER, D.S.; ZILBERMAN, D. (1988). Computer Use in Agriculture: Evidence from Tulare County, California. *American Journal of Agricultural Economics* 70, 790-802.
- QAIM, M.; SUBRAMANIAN, A.; NAIK, G.; ZILBERMAN, D. (2006). Adoption of Bt cotton and impact variability: Insights from India. *Review of Agricultural Economics* 28, 48-58.
- RAHM, M.R.; HUFFMAN, W.E. (1984). The Adoption of Reduced Tillage: The Role of Human Capital and Other Variables. *American Journal of Agricultural Economics* 66, 405.
- RANSOM, J.K.; PAUDYAL, K.; ADHIKARI, K. (2003). Adoption of improved maize varieties in the hills of Nepal. *Agricultural Economics* 29, 299-305.
- RATCHFORD, B.T.; BALASUBRAMANIAN, S.K.; KAMAKURA, W.A. (2000). Diffusion model with replacement and multiple purchase. En 'New-Product Diffusion Models'. (Eds V Mahajan, E Muller, y Y Wind). pp. 123-140. (Kluwer Academic Publisher: Pennsylvania).
- RAWLINGS, J.O.; PANTULA, S.G.; DICKEY, D.A. (1998). 'Applied regression analysis. A research tool.' (Springer: New York).
- ROBERTSON, T.S. (1967). The process of innovation and the diffusion of innovation. *Journal of Marketing* 31, 14-19.
- ROBERTSON, T.S.; KENNEDY, J.N. (1968). Prediction of consumer innovators: Application of multiple discriminant analysis. *JMR, Journal of Marketing Research (pre-1986)*. 5, 64.
- ROGERS, E.M. (1958). Categorizing the Adopters of Agricultural Practices. *Rural Sociology* 23, 346-354.
- ROGERS, E.M. (1962). 'Diffusion of Innovations.' I Edición. (Free Press: New York).
- ROGERS, E.M. (1983). 'Diffusion of Innovations.' II Edición. (Free Press: New York).
- ROGERS, E.M. (1986). 'Communication technology: The New Media in Society.' (Free Press: New York).
- ROGERS, E.M. (1988). The Intellectual Foundation and History of Agricultural Extension Model. *Knowledge* 9, 410-510.
- ROGERS, E.M. (1995). 'Diffusion of Innovations.' IV Edición. (Free Press: New York).
- ROGERS, E.M. (2003). 'Diffusion of Innovations.' V Edición. (Free Press: New York).

- ROGERS, E.M.; SHOEMAKER, F.F. (1971). 'Communication of innovations.' (Free Press. Colliers-McMillan: New York).
- ROSENBERG, N.; STEINMUELLER, W.E. (1988). Why are Americans Such Poor Imitators? *American Economic Review* 78, 229-234.
- RYAN, B.; GROSS, N. (1943). The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural Sociology* 8, 15-24.
- SANTESMASES, M. (1996). 'Marketing, Conceptos y Estrategias.' (Ediciones Pirámide: Madrid).
- SANTOS, F.L. (1998). Evaluation of Alternative Irrigation Technologies based upon Applied Water and Simulated Yields. *J.agric.Engng Res.* 69, 73-83.
- SARKER, S.; VALACICH, J.S.; SARKER, S. (2005). Technology Adoption by Groups: A Valence Perspective. *Journal of the Association for Information Systems* 6, 37-71.
- SCHAIBLE, G.; KIM, C.S.; WHITTLESEY, N. (1991). Water Conservation Potential from Irrigation Technology Transitions in the Pacific-Northwest. *American Journal of Agricultural Economics* 16, 194-206.
- SCHIFFMAN, L.G.; KANUK, L.L. (1994). 'Comportamiento del Consumidor.' (Ed. Prentice Hall: Mexico).
- SCHUCK, E.C.; GREEN, G. (2001). Field Attributes, water pricing, and irrigation technology adoption. *Journal of Soil and Water Conservation* 56, 293-298.
- SCHULTZ, T.W. (1975). The value of the ability to deal with disequilibrium. *Journal or Economic Literature* 13, 827-846.
- SCHUMPETER, J. (1939). 'Business Cycles.' (McGraw-Hill: New York).
- SCRATS (2006). Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura. <http://80.35.119.128/>.
- SHAH, F.A.; ZILBERMAN, D.; CHAKRAVORTY, U. (1995). Technology Adoption in the Presence of An Exhaustible Resource - the Case of Groundwater Extraction. *American Journal of Agricultural Economics* 77, 291-299.
- SHAMPINE, A. (1998). Compensating for information externalities in technology diffusion models. *American Journal of Agricultural Economics* 80, 337-346.
- SHARIF, M.N.; RAMANATHAN, K. (1981). Binomial innovation diffusion models with dynamic potential adopter population. *Technological Forecasting and Social Change* 20, 63-87.
- SHARIF, M.N.; RAMANATHAN, K. (1982). Polynomial innovation diffusion models. *Technological Forecasting and Social Change* 21, 301-323.
- SHRAPNEL, M.; DAVIE, J. (2001). The Influence of Personality in Determining Farmer Responsiveness to Risk. *Journal of Agricultural Education and Extension* 7, 167-178.

- SHRESTHA; RAJENDRA, B.; GOPALAKRISHNAN, C. (1993). Adoption and diffusion of drip irrigation technology: An econometric analysis. *Economic Development & Cultural Change* 41, 407-418.
- SIDIBÉ, A. (2005). Farm-level adoption of soil and water conservation techniques in northern Burkina Faso. *Agricultural Water Management* 71, 211-224.
- SKAGGS, R.K. (2001). Predicting drip irrigation use and adoption in a desert region. *Agricultural Water Management* 51, 125-142.
- SKIADAS, C. (1985). Two Generalized Rational Models for Forecasting Innovation Diffusion. *Technological Forecasting and Social Change* 27, 39-61.
- SKIADAS, C. (1986). Innovation diffusion models expressing asymmetry and/or positively or negatively influencing forces. *Technological Forecasting and Social Change* 30, 313-330.
- SMALE, M.; JUST, R.E.; LEATHERS, H.D. (1994). Land Allocation in HYV Adoption Models - An Investigation of Alternative Explanations. *American Journal of Agricultural Economics* 76, 535-546.
- SMITH, M.D. (2004). Limited-Entry Licensing: Insights from a Duration Model. *American Journal of Agricultural Economics* 86, 605-618.
- SOUZA FILHO, H.M.; YOUNG, T.; BURTON, M.P. (1999). Factors Influencing the Adoption of Sustainable Agricultural Technologies: Evidence from the State of Espírito Santo, Brazil. *Technological Forecasting and Social Change* 60, 97-112.
- SRIVASTAVA, R.K.; MAHAJAN, V.; RAMASWARNI, S.N.; CHERIAN, J. (1985). A multi-Attribute Diffusion Model for Forecasting the Adoption of Investment Alternatives for Consumers. *Technological Forecasting and Social Change* 28, 325-333.
- STAAL, S.J.; BALTENWECK, I.; WAITHAKA, M.M.; DEWOLFF, T.; NJORGE, L. (2002). Location and uptake: integrated household and GIS analysis of technology adoption and land use, with application to smallholder dairy farms in Kenya. *Agricultural Economics* 27, 295-315.
- STEWART, M.B. (1996). 'Heterogeneity specification in unemployment duration models.' ("No publicado" Departamento de Economía, Universidad de Warwick: Coventry, Reino Unido).
- STOBAUGH, R. (1988). 'Innovation and Competition: The Global Management Petrochemical Products.' (Harvard Business School Press: Boston).
- STONEMAN, P. (1980). The rate of imitation, learning and profitability. *Economics Letters* 6, 179-183.
- STONEMAN, P. (1981). Intrafirm Diffusion, Bayesian Learning and Profitability. *Economic Journal* 91, 375-388.
- STONEMAN, P. (1986). Technological diffusion: the viewpoint of Economic Theory. *Ricerca Economica* 40, 585-606.

- SUMPSI, J.M.; GARRIDO, A.; BLANCO, M.; VARELA, C.; IGLESIAS, E. (1998). Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura. España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ed.Mundi Prensa.
- SUNDING, D.; ZILBERMAN, D. (2001). The agricultural innovation process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. En 'Handbook of agricultural economics'. (Eds BL Gardner and GC Rausser). pp. 207-261. (Elsevier: Amsterdam).
- TAN, S. (1994). Predicting Innovation Adoption: A Choice-Based Approach. *Asia Pacific Advances in Consumer Research* 1, 72-78.
- TANNY, S.M.; DERZKO, N.A. (1988). Innovators and Imitators in Innovation Diffusion Modelling. *Journal of Forecasting* 7, 225-234.
- TAYLOR, J.W. (1977). A Striking Characteristic of Innovators. *Journal of Marketing Research* 14, 104-107.
- THIRTLE, C.G.; RUTTAN, V.W. (1987). 'The role of demand and supply in the generation and diffusion of technical change.' (Harwood Academic Publishers: Switzerland).
- THURSTONE, L. (1927). A law of comparative judgement. *Psychological Review* 34, 273-286.
- TOMASETI, E. (2004). La evaluación de innovaciones por el consumidor, significado funcional y simbólico. Universidad de Murcia.
- TONKS, I. (1983). Bayesian Learning and the optimal investment decision of the firm. *Economic Journal* 93, 87-98.
- TORRALBA, J.M. (1975a). 'El Tractor I.' ASPA.
- TORRALBA, J.M. (1975b). 'El Tractor II.' ASPA.
- TSUR, Y.; STERNBERG, M.; HOCHMAN, E. (1990). Dynamic Modeling of Innovation Process Adoption with Risk-Aversion and Learning. *Oxford Economic Papers-New Series* 42, 336-355.
- UHL, K.; ANDRUS, R.; POULSEN, L. (1970). How are laggards different? An empirical inquiry. *Journal of Marketing Research* 7, 51-54.
- VAN DEN BULTE, C. (2000). New product diffusion acceleration: measurement and analysis. *Marketing Science* 19, 366-380.
- VARELA-ORTEGA, C.; SUMPSI, M.; GARRIDO, A.; BLANCO, M.; IGLESIAS, E. (1998). Water pricing policies, public decision making and farmers' response: implications for water policy. *Agricultural Economics* 19, 193-202.
- VERA, P. (2005). 'Murcia y el agua: Historia de una pasión.' (Comisión Mixta Asamblea Regional de Murcia. Real Academia Alfonso X el Sabio de Murcia: Murcia).

- VERBERG, P.H.; CHEN, Y. (2000). Multiscale characterisation of land-use patterns in China. *Ecosystems* 3, 369-385.
- WEST, P.C. (1983). Collective Adoption of Natural Resource Practices in Developing Nations. *Rural Sociology* 48, 44-59.
- ZEPEDA, L. (1994). Simultaneity of Technology Adoption and Productivity. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 19, 46-57.
- ZHANG, X.; FAN, S.; CAI, X. (2002). The Path of Technology Diffusion: Wich neighbors to learn from? *Contemporary Economic Policy* 20, 470-478.



## ABREVIATURAS

A.G.U.A.	Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua
AD	Análisis de Duración
CARM	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
CH	Confederación Hidrográfica
CHS	Confederación Hidrográfica del Segura
CR	Comunidad de Regantes
DMA	Directiva Marco de Aguas
FEOGA	Fondo Europeo de Orientación y Garantía
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
PAC	Política Agraria Comunitaria
PHN	Plan Hidrológico Nacional
PHC	Plan Hidrológico de Cuenca
PHCS	Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura
PNR	Plan Nacional de Regadíos
SAU	Superficie Agraria Util

