

*Economía Agraria y Recursos Naturales*. ISSN: 1578-0732. Vol. 10, 1. (2010). pp. 135-154

## Adopción y difusión de prácticas de no laboreo en el olivar de la provincia de Granada

Juan Agustín Franco<sup>a</sup> y Javier Calatrava<sup>b</sup>

---

**RESUMEN:** En este trabajo se analiza el proceso de adopción del no laboreo en el olivar de la provincia de Granada utilizando información procedente de un sondeo realizado en 2005-2006 a 215 olivicultores. Se analiza en primer lugar el proceso de difusión agregada de las prácticas de no laboreo realizadas en la zona mediante la estimación de varios modelos de difusión temporal. A continuación se identifican, mediante la estimación de dos modelos probit, algunos factores que influyen en la adopción de dichas prácticas. Los resultados obtenidos muestran cómo las prácticas de no laboreo son realizadas por el 90% de los agricultores. Su difusión ha sido intensa desde mediados de los noventa, predominando el efecto imitación, basado en la interacción entre los agricultores de la zona, sobre otros factores externos. Algunos factores que influyen en la adopción de las diferentes prácticas de no laboreo son el regadío, la continuidad familiar de la explotación o la percepción que tiene el agricultor del problema de la erosión.

---

**PALABRAS CLAVE:** Erosión, no laboreo, olivar, adopción de tecnologías, difusión de tecnologías.

---

**Clasificación JEL:** Q12, Q24, C50.

---

### Adoption and diffusion of no-tillage in the olive groves of the Granada province (Spain)

---

**SUMMARY:** This paper analyses the process of adoption of no-tillage in the olive groves of the Southern Spanish province of Granada. The data used comes from a survey carried out in 2005-2006 to 215 olive farmers. We first analyse the diffusion process of no-tillage practices over time by estimating several diffusion models. Then we identify some factors that determine their adoption by estimating two binomial probit models. Our results show that no-tillage is practiced by 90% of surveyed farmers. The diffusion process of no-tillage practices has been intense since the middle nineties, and has been based on the interactions among farmers in the area of study rather than influenced by other external factors. Some relevant factors that influence the adoption of no-tillage practices are irrigation, the continuity of the farming activity by some relative or farmer's perception of the soil erosion problem.

---

**KEYWORDS:** Erosion, no-tillage, zero tillage, olive groves, adoption, diffusion of innovations.

---

**JEL classification:** Q12, Q24, C50.

---

<sup>a</sup> Departamento de Economía, Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura. Carretera de Cáceres s/n, 06071 Badajoz. Teléfono: 924289300. Correo electrónico: franco@unex.es.

<sup>b</sup> Departamento de Economía de la Empresa, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII nº 48, 30203 Cartagena. Teléfono: 968325906. Correo electrónico: j.calatrava@upct.es

*Agradecimientos:* Los autores agradecen sus valiosos comentarios a dos revisores anónimos. Juan Agustín Franco agradece al INIA su financiación a través de una beca pre-doctoral. Javier Calatrava Leyva agradece al MEC su financiación a través del Proyecto AGL2006-12293-C02-02/AGR.

Recibido en junio de 2009. Aceptado en marzo 2010..



## 1. Introducción

La erosión es una grave amenaza para los suelos agrícolas en todo el mundo. La intensificación en los sistemas productivos agrarios ha supuesto en el pasado un paulatino abandono de muchas prácticas tradicionales de conservación de suelos. Los factores más determinantes del nivel de erosión de un suelo son las características edafológicas, topográficas y climatológicas de la zona, así como las prácticas de cultivo que en él se realizan. De especial importancia para el control de la erosión es el sistema de laboreo utilizado. Pese a que no existe ninguno que evite totalmente la erosión, los distintos sistemas de laboreo de conservación y de no laboreo reducen de manera significativa la erosión con respecto a los sistemas tradicionales de laboreo (Gómez *et al.*, 1999; Milgroom *et al.*, 2007).

Otro importante factor es el tipo de cultivo y el sistema de cultivo, en la medida en que determina el grado de exposición del suelo a los agentes erosivos. Los cultivos anuales incrementan el tiempo de exposición del suelo, mientras que las plantaciones de hoja perenne permiten un mayor grado de protección del mismo. Lo óptimo para prevenir la erosión es mantener el mayor grado posible de cobertura del suelo utilizando franjas de vegetación o los restos triturados de la poda (Martínez-Raya *et al.*, 2006; Francia-Martínez *et al.*, 2006; Xiloyannis *et al.*, 2008).

Según la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAAF), en la campaña 2006/2007 había 3.050.000 de hectáreas en España en las que se realizaban prácticas de agricultura de conservación, lo que supone un 22,2% de las tierras de cultivo del país (Basch, 2008). De ellas, en 1.500.000 hectáreas se realizaba laboreo de conservación o mínimo laboreo, mientras que el no laboreo se practicaba en 700.000 hectáreas y las cubiertas vegetales se mantenían en 850.000 hectáreas de cultivos perennes. Una parte importante de la superficie bajo no laboreo corresponde a cultivos leñosos, y en particular a olivar. Entre los motivos que según Basch (2005) explican la escasa adopción de prácticas de conservación de suelos en general, y de no laboreo en particular, destacan el arraigo cultural de las prácticas tradicionales de laboreo, la falta de investigación y desarrollo de tecnologías específicas y la orientación tradicional de la Política Agraria Comunitaria (PAC).

Una parte importante del olivar en el Sur de España está situado en zonas con elevado nivel de riesgo de erosión, por lo que los agricultores tienen que realizar prácticas específicas para prevenir la erosión con los costes que ello supone. En zonas olivareras con elevadas pendientes, muchos agricultores han optado por el no laboreo como una alternativa a otras prácticas de cultivo. Según Calatrava-Requena y González (2008) el 39% de los olivicultores de Andalucía realizaban no laboreo en 1999. Calatrava *et al.* (2007) estiman que el porcentaje de agricultores de las provincias de Granada y Jaén que realizaban no laboreo había pasado de un 4% en 1989 a casi un 51% in 2002. Sin embargo, pese a la efectividad del no laboreo para reducir la pérdida de capa arable, y a las ventajas económicas que presenta (Serrano *et al.*, 2008), el uso de herbicidas para el control no mecánico de las malas hierbas puede generar serios problemas de contaminación y de resistencia a los tratamientos.

En la última década se ha producido un cierto resurgir de las prácticas compatibles con la conservación de suelos, especialmente en los sistemas agrarios de secano.



Uno de los factores que ha favorecido el crecimiento en la agricultura española de la adopción de prácticas de conservación de suelos en general ha sido la incorporación de criterios ambientales en la política agraria comunitaria, tanto en la política de desarrollo rural, a través de la obligatoriedad del Código de Buenas Prácticas Agrarias y de las medidas agroambientales, como en los pagos directos a agricultores a través de la condicionalidad de dichas ayudas (Calatrava *et al.*, 2010). La mayoría de los requerimientos técnicos relativos a la lucha contra la erosión que se exigen hace referencia a la prohibición del laboreo siguiendo la línea de máxima pendiente, al mantenimiento de las estructuras de conservación de suelos existentes (vegetación natural en las lindes, muretes, setos, terrazas, etc.) y al mantenimiento de la cobertura del suelo en pendientes medias o altas mediante franjas de vegetación.

Pese a que el no laboreo no se incluye entre dichos requerimientos, salvo en casos excepcionales, y frente a otras, esta práctica se ha extendido de manera notable entre los olivicultores de muchas zonas de España. En ese sentido, este trabajo analiza el proceso de adopción del no laboreo en el olivar de la provincia de Granada, una de las principales zonas productoras del país pero también una de las más montañosas, estudiando tanto el proceso de difusión en el tiempo como algunos de los factores que han determinado la adopción de las dos prácticas de no laboreo identificadas en la zona de estudio. El artículo continúa con la revisión de las principales conclusiones de la literatura sobre la economía de la erosión y la adopción de prácticas de conservación de suelos. A continuación se comentan tanto la fuente de los datos utilizados como la metodología empleada en el análisis, para terminar con la exposición de los principales resultados y conclusiones de este trabajo.

## 2. La adopción de prácticas de conservación de suelos

Los procesos erosivos suponen una importante externalidad del proceso productivo de muchos sistemas agrarios así como una seria amenaza para su sostenibilidad, ya que reducen el potencial de producción agraria. El efecto en la productividad de las explotaciones agrarias es doble (FAO, 2003). Por un lado, se reduce la fertilidad de la tierra y por tanto los rendimientos de los cultivos. Por otro, se incrementan los costes de producción necesarios para mantener la producción agrícola, bien como consecuencia de que las prácticas de cultivo resulten más caras de realizar, o bien porque se requieran nuevas prácticas de conservación que puedan ser más costosas. En ambos casos, la erosión genera una pérdida de capital productivo (suelo) y por tanto una pérdida de renta de la tierra, pudiendo llegar a reducir su valor de mercado (Van Kooten *et al.*, 1989).

La percepción que los agricultores tienen sobre el problema de la erosión, sus costes y beneficios, es el factor clave para entender sus decisiones con respecto al uso de prácticas de conservación de suelos. La evidencia empírica al respecto muestra que los agricultores son conscientes del problema, pero que en muchos casos no están preocupados por él por varias razones. Por un lado, los efectos negativos de la erosión se manifiestan generalmente en el largo plazo, ya que tarda muchos años en tener un efecto significativo sobre la productividad agraria, mientras que los costes de





muchas de las prácticas de conservación lo hacen a corto plazo, lo que desincentiva su adopción (Valentin *et al.*, 2004). Por el otro, los agricultores tienen la posibilidad de sustituir el suelo por otros factores de producción (Wade y Heady, 1978). Los avances tecnológicos permiten mantener o incrementar la productividad incluso en suelos degradados a costa de una intensificación de la producción (Taylor y Young, 1985; Walker y Young, 1986; Van Kooten *et al.*, 1989).

La respuesta de los agricultores al problema de la erosión depende de diversos factores, tanto técnicos (pendiente, tipo de suelo, rotaciones de los cultivos, etc.) como socio-económicos (edad del agricultor, habilidades, nivel de riqueza, etc.). Numerosos trabajos han analizado los factores que influyen en la adopción de prácticas de conservación de suelos, si bien son escasos los trabajos a nivel nacional. La mayoría ha utilizado modelos de elección discreta para analizar aquellos factores que determinan la decisión de adoptar o no, y en qué medida, unas determinadas prácticas de conservación de suelos. Estos factores suelen hacer referencia a las características de la explotación y del agricultor, así como a la percepción que este último tiene de la degradación del suelo. Algunos ejemplos son los trabajos de Shiferaw y Holden (1998), Pattanayak y Mercer (1998), Lapar y Pandey (1999), Cramb (2006), D'Emden *et al.*, (2006), Calatrava *et al.*, (2007) y Anley *et al.*, (2007). Estos y otros trabajos ponen de manifiesto que, condicionantes geográficos, edafológicos y agroclimáticos aparte, se trata de un problema básicamente económico aunque también cultural.

Un primer grupo de factores con influencia en la adopción de prácticas de conservación de suelos está relacionado con las características del suelo y el marco temporal de la adopción. En los suelos más profundos los incentivos para su conservación aparecen a largo plazo, ya que la pérdida de capa arable es menor en términos relativos y los rendimientos tardan más en verse afectados. Asimismo, los incentivos para la conservación del suelo se incrementan con la pendiente y con el grado de erosión (Walker, 1982; Pattanayak y Mercer, 1998).

Un segundo grupo son los relativos a la rentabilidad de las prácticas. Los costes de realizar prácticas de conservación de suelos suelen ser menores en zonas con menor riesgo de erosión y/o menores pendientes, y mayores en las zonas más vulnerables. También influye la relación que existe entre el grado de erosión y los rendimientos del cultivo y en qué medida las prácticas de conservación afectan a los rendimientos y los beneficios. Si la erosión reduce significativamente los beneficios, es más probable que se adopten prácticas de conservación de suelos, tanto más cuanto más efectivas sean dichas prácticas en reducir la erosión.

El riesgo y las actitudes del agricultor frente a éste, afectan a las decisiones de producción e inversión de los agricultores, por lo que pueden también desincentivar las prácticas de conservación, más aún si los beneficios de su adopción se perciben como inciertos o simplemente se desconocen (Benítez *et al.*, 2006). La mayoría de los estudios que analizan esta cuestión no muestra una relación clara y unívoca entre riesgo económico y adopción de buenas prácticas agrarias, si bien se observa un descenso en el nivel de riesgo debido al desarrollo de nuevos conocimientos sobre prácticas de conservación de suelos, así como al incremento de las ayudas públicas para favorecer la adopción de buenas prácticas agrarias (Bosch y Pease, 2000).





Otros factores que suelen tener relación con la adopción de prácticas de conservación de suelos son la existencia de ingresos no agrarios, la disponibilidad de mano de obra o de maquinaria, el tipo de propiedad de la tierra, la continuidad de la explotación en el ámbito familiar, y la existencia de programas públicos. Calatrava *et al.*, (2007) muestran cómo la probabilidad de adoptar algunas prácticas de conservación de suelos en explotaciones olivareras de Jaén y Granada disminuye con la edad del agricultor, siendo mayor en explotaciones familiares y con cierto grado de profesionalización y entre agricultores que están bien informados y son receptivos a nuevas tecnologías.

Junto con la adopción individual de prácticas agrarias, otro aspecto que ha sido ampliamente estudiado es el proceso de difusión de innovaciones entre los agricultores. Los trabajos clásicos que estudian la difusión agregada, o adopción acumulada, de innovaciones se basan en patrones sigmoidales de difusión de tipo logístico (Ryan y Gross, 1943; Griliches, 1957 y 1960). Pese a que Griliches (1957) muestra cómo a largo plazo las variables sociológicas tienden a cancelarse entre sí, prevaleciendo sólo las variables económicas como factores determinantes del patrón de cambio tecnológico, el modelo de difusión agregada de innovaciones basado en curvas sigmoidales se ajusta bien a procesos cuya causa principal es el contacto entre los individuos entre los que se difunde. Es decir, aquéllos en los que la información circula de unos agricultores a otros y la innovación se adopta por imitación.

Otras explicaciones sobre la forma sigmoidal del proceso de adopción de innovaciones son las basadas en diversas fuentes de heterogeneidad que suponen una dinámica gradual en dicho proceso (Stoneman, 1981), entre las que pueden destacarse el tamaño de la explotación, la cualificación del capital humano, los rendimientos de los cultivos, los tipos de suelos, la capacidad de gestión empresarial, las preferencias por el riesgo, y las percepciones de los agricultores (Abadi y Pannell, 1999; Doss, 2006). Si bien la mayoría de estudios ha considerado patrones de difusión de tipo logístico, otros tipos de curvas son también frecuentes en la literatura.

Algunos trabajos han analizado la difusión de prácticas agrarias en olivar. Parra-López *et al.*, (2007) analizan el proceso de difusión y la adopción de técnicas de agricultura ecológica, que incluye prácticas de conservación de suelos, en cinco provincias andaluzas. Asimismo, Calatrava *et al.*, (2007) encuentran evidencia empírica de un proceso de difusión sigmoidal de varias prácticas de conservación de suelos en explotaciones olivareras de diferentes municipios de las provincias de Granada y Jaén. El presente trabajo amplía y profundiza los resultados de dichos autores utilizando datos de un nuevo y más exhaustivo sondeo a explotaciones olivareras de la provincia de Granada.

### 3. Metodología

#### 3.1. Fuente de los datos

Los datos utilizados en el análisis provienen de un sondeo a 215 explotaciones de olivar de los principales municipios olivareros de la provincia de Granada en la cam-





paña agrícola 2005/2006. En dicho sondeo se preguntaba a los agricultores por: características de su explotación (superficie, pendientes, rendimientos, nivel de conservación del suelo, tipo de propiedad, etc.), percepción de la erosión por el agricultor, prácticas de conservación de suelos, uso de servicios de asesoramiento técnico, participación en programas de la PAC, gestión de la explotación y características sociodemográficas (edad, nivel educativo, formación agraria, actitudes frente al riesgo y la innovación). La muestra ha sido estratificada por municipio y superficie de la explotación. El error estándar de muestreo es de 6,65% para la estimación de proporciones intermedias y de 2,91% para la de proporciones extremas. Más detalle sobre la zona de estudio, la muestra y el cuestionario puede encontrarse en Franco (2009).

### 3.2. Análisis de difusión temporal

Los modelos de difusión temporal describen la senda de adopción acumulada de una determinada tecnología o innovación, siendo también válidos para propósitos predictivos. Estos modelos analizan, por un lado, el grado de penetración de una tecnología entre los potenciales adoptantes a lo largo del tiempo; y por otro, el grado de saturación o nivel máximo de adopción. Tales análisis pueden hacerse desde dos ópticas complementarias: inter-empresas y global. La difusión inter-empresas representa el porcentaje acumulado de nuevos adoptantes de una determinada tecnología en cada período de tiempo respecto al total de empresas de la muestra. La difusión global se refiere a la intensidad de la adopción en términos del volumen de negocio bajo la nueva tecnología (Mahajan *et al.*, 1990).

El modelo genérico de la tasa de difusión temporal puede expresarse como:

$$\frac{dN(t)}{dt} = g(t) [M - N(t)] \quad [1]$$

Donde  $N(t)$  es el número acumulado de adoptantes en el tiempo (curva de difusión);  $g(t)$  es el coeficiente de difusión, que determina la forma de la curva de difusión;  $M$  es el número máximo de potenciales adoptantes en el tiempo o grado de saturación de la innovación.

Desde los primeros trabajos sobre difusión de innovaciones agrarias, que se basaban en curvas de adopción acumulada de tipo sigmoideal (Ryan y Gross, 1943; Griliches, 1957; Rogers, 1958), se han propuesto diferentes formas funcionales según el tipo de innovación. En la literatura se distingue, según la procedencia de la información que determina la decisión de adoptar, entre modelos de influencia interna o logísticos (Mansfield, 1961), de influencia externa o exponenciales (Fourt y Woodlock, 1960) y modelos mixtos (Bass, 1969).

Los modelos de influencia interna más utilizados son el Logístico o de Verhulst-Pearl y el Gompertz (Dixon, 1980). Ambos modelos sigmoideales se ajustan bien a procesos de difusión basados en la imitación o contagio a través del contacto entre los potenciales adoptantes del sistema social en que se difunde la innovación. La información que se transmite entre los miembros del sistema es de carácter interno, por lo que la difusión se produce por acumulación de información y experiencia a medida





que los nuevos adoptantes “contagian” a los potenciales adoptantes (Mansfield, 1961). Los modelos logísticos se adaptan bien al análisis de innovaciones en contextos sociales homogéneos donde el efecto de imitación es decisivo y la decisión de no adoptar produce desventajas con respecto a los adoptantes. Por el contrario, en contextos donde la innovación es sencilla y no requiere etapas iniciales de aprendizaje, la difusión de innovaciones basada en información externa y sin que exista comunicación entre los miembros del sistema se modeliza mejor a través de la función Exponencial (Fourt y Woodlock, 1960).

En la literatura pueden encontrarse otros modelos como los de Richards o Morgan-Mercer-Flodin (Ratkowsky, 1983) o los basados en la descomposición de la curva de crecimiento en varios componentes logísticos (Mahajan *et al.*, 1988; Carrillo y González, 2002). Pese a la sencillez de su estimación, estos modelos tienen la desventaja de que no es posible establecer una correspondencia entre los coeficientes de los parámetros así estimados y las características del proceso, motivo por el cual se ha optado por no utilizarlos.

En este trabajo se han estimado tres modelos de difusión: dos de influencia interna (Logístico y Gompertz) y uno de influencia externa (Exponencial). En el Cuadro 1 se muestran las diferentes especificaciones de dichos modelos. El parámetro  $b$  es conocido como coeficiente de imitación, de tal forma que el cociente  $b/M$  se interpreta como el porcentaje de no-adoptantes “contagiados” en un diferencial de tiempo  $dt$  por cada adoptante. En los modelos Logístico y Gompertz, la máxima tasa de adopción ( $dN(t)/dt = 0$ ) se produce en el punto de inflexión de la curva (Banks, 1994). La curva de difusión Exponencial tiene forma cóncava, con una asíntota superior y sin punto de inflexión. La tasa de difusión  $b$  del modelo Exponencial depende sólo del número de adoptantes potenciales presentes en el tiempo  $t$ , no existiendo relación entre los adoptantes previos y los potenciales, es decir, las empresas que aún quedan por adoptar son influidas desde el exterior a una tasa constante.

El análisis de difusión de las prácticas de conservación de suelos consideradas se ha realizado considerando dos variables dependientes diferentes: en primer lugar, el

### CUADRO 1

#### Funciones de densidad y distribución acumulada de los modelos de difusión estimados

| Distribución | Función de densidad<br>$n(t) = dN(t)/dt$ | Función de distribución<br>acumulada $N(t)$ | Punto de inflexión<br>$dN(t)/dt = 0$              |
|--------------|--|---|---|
| Logística    | $bN(t) [M - N(t)]$                       | $M/[1 + \exp(a - bt)]$                      | $t^* = a/b$ $N(t^*) = M/2$                        |
| Gompertz     | $bN(t)[LnM - LnN(t)]$                    | $M \exp[-\exp(a - bt)]$                     | $t^* = (1/b) Ln [Ln(M/N_0)]$<br>$N(t^*) = M/\exp$ |
| Exponencial  | $b [M - N(t)]$                           | $M [1 - \exp(a - bt)]$                      | No tiene  |

Fuente: Elaboración propia a partir de Banks (1994).

$N(t)$ : Número acumulado de adoptantes en el tiempo  $t$ ;  $b$ : Coeficiente de difusión;  $a$ : Constante de integración;  $M$ : Nivel máximo de potenciales adoptantes en el tiempo  $t$ ;  $N_0$ : Número acumulado de adoptantes en el momento inicial ( $t = 0$ ); Exp: número “e”.





porcentaje de agricultores que han adoptado cada práctica en cada período (difusión inter-empresas), y en segundo lugar el porcentaje de la superficie total en que se realiza cada práctica en cada período de tiempo (difusión global). La variable independiente de ambos modelos es el período de tiempo considerado medido en años. Los modelos de difusión se han estimado por mínimos cuadrados no lineales permitiendo que los coeficientes y el techo de adopción sean variables y se ajusten por sí mismos a la realidad (Greene, 2007).

### 3.3. *Análisis de adopción individual*

La decisión de adoptar o no las prácticas de no laboreo se ha analizado mediante la estimación de dos modelos probit (Maddala, 1983; Greene, 2007). Un primer modelo analiza la decisión de adoptar o no la práctica de no laboreo utilizando las 215 observaciones de la muestra de explotaciones. El segundo modelo utiliza solamente las 193 observaciones correspondientes a las explotaciones de la muestra que realizan no laboreo para analizar la adopción de la aplicación de herbicidas localizada de herbicidas frente a la no localizada. El software utilizado es Limdep v.8.0 (Econometric Software, 2002). Antes de estimar los modelos de elección discreta se realizó un análisis bivalente para identificar las variables que estaban relacionadas significativamente con la adopción de las prácticas. Las variables no relacionadas fueron descartadas y no se incluyeron en los modelos estimados. Asimismo, algunas variables que sí estaban relacionadas con la adopción de las prácticas analizadas fueron excluidas de la especificación de los modelos por estar altamente correlacionadas con otras variables sí incluidas. El Cuadro 2 muestra todas las variables consideradas en el análisis, sus diferentes niveles, su media y su desviación estándar. En primer lugar se presentan las variables dependientes y explicativas finalmente utilizadas en los modelos de elección discreta. A continuación se muestran las variables independientes no incluidas en los modelos.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. *Difusión de las prácticas de no laboreo*

Las 215 explotaciones encuestadas suponen un total de 8.061 hectáreas de olivar. El 14% de estas explotaciones son de regadío. El tamaño medio de las explotaciones es de 37,5 hectáreas. La gran mayoría de las explotaciones (94%) son propiedad del agricultor. La pendiente media de la finca es superior al 15% para el 42% de las explotaciones encuestadas, entre el 8 y el 15% para el 43% de las mismas, e inferior al 8% para el 15%. Solamente el 3% de las parcelas están situadas en terrazas, mientras que el 88% se sitúan en laderas sin abanclar y el 9% en zonas llanas.

Las prácticas más antiguas realizadas en la zona de estudio son algunas técnicas de laboreo de conservación y el mantenimiento de vegetación natural y setos en las lindes de las parcelas, siendo utilizadas por algunos agricultores desde los años sesenta del pasado siglo. En la actualidad, estas prácticas son bastante marginales.



**CUADRO 2**  
**Descripción de las variables utilizadas en el análisis**

| Variable  | Definición  | Media   | Desviación típica |
|---|---|---------|-------------------|
| <b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>   |   |         |                   |
| NLHERB  | Adopta no laboreo con herbicidas en vez de laboreo (1/0) (muestra completa)   | 0,898   | 0,304             |
| NLHLOC  | Adopta no laboreo con aplicación localizada de herbicidas en vez de no localizada (1/0) (muestra restringida a los que hacen no laboreo)  | 0,233   | 0,424             |
| <b>VARIABLES INDEPENDIENTES INCLUIDAS EN LOS MODELOS DE ELECCIÓN DISCRETA</b> |   |         |                   |
| HAOLIV  | Superficie de la explotación (hectáreas)  | 37,494  | 139,104           |
| LADER   | Situación de la explotación en ladera (1/0)   | 0,907   | 0,291             |
| REGAD   | Explotación de regadío (1/0)  | 0,140   | 0,347             |
| CONSERV   | Nivel de conservación del suelo (valoración encuestador). 1: Muy bueno; 2: Bueno; 3: Aceptable; 4: Malo   | 2,581   | 0,895             |
| ANTIG   | Edad de la plantación (años)  | 48,237  | 26,032            |
| EROG  | Percepción de la importancia del problema de la erosión. 1: Algo grave; 2: Bastante grave; 3: Muy grave   | 2,154   | 0,602             |
| CONTIN  | Continuidad de la explotación por un familiar (1/0)   | 0,684   | 0,466             |
| TRAB  | Realización de trabajos en la explotación. 1: Todos; 2: Sólo algunos; 3: Sólo gestión; 4: Ninguno.  | 1,702   | 0,917             |
| LEE   | El agricultor lee libros y/o revistas de agricultura (1/0)  | 0,628   | 0,485             |
| RIESG10   | Percepción propia de la actitud frente al riesgo (1 a 10). Desde 1: nada arriesgado a 10: muy arriesgado  | 6,823   | 1,352             |
| <b>VARIABLES NO INCLUIDAS EN LOS MODELOS DE ELECCIÓN DISCRETA</b>             |   |         |                   |
| PTE   | Pendiente media. 1: Baja (<8%); 2: Media (8-15%); 3: Alta (>15%)  | 2,274   | 0,706             |
| TENEN   | Régimen de tenencia de la explotación en propiedad (1/0)  | 0,940   | 0,239             |
| CAL   | Calidad de la tierra (según encuestador). 1: Mala; 2: Regular; 3: Buena   | 2,409   | 0,717             |
| HERED   | La plantación ha sido heredada por el actual propietario (1/0)  | 0,516   | 0,501             |
| MOFIJA  | La explotación tiene trabajadores contratados fijos (1/0)   | 0,079   | 0,270             |
| MOFAM   | La explotación utiliza mano de obra familiar (1/0)  | 0,780   | 0,414             |
| PARTIC  | Participación en el programa agroambiental de lucha contra la erosión en suelos frágiles (1/0)  | 0,808   | 0,395             |
| EDAGR   | Edad del agricultor (años)  | 52,237  | 10,119            |
| TIEMPO  | Tiempo de dedicación a la agricultura en años. 1: >20; 2: 10-20; 3: <10.  | 1,474   | 0,735             |
| DEDICA  | Grado de dedicación a la actividad agraria (% de ingresos procedentes de dicha actividad). 1: Total (>=80%); 2: Parcial principal (50-80%); 3: Parcial secundaria (20-50%); 4: Parcial marginal (<=20%) | 2,628   | 1,115             |
| OCA   | Visita la Oficina Comarcal Agraria (1/0)  | 0,701   | 0,459             |
| FORMAG  | El agricultor participa en cursos o jornadas de formación agraria (1/0) (a)   | 0,850   | 0,361             |
| PRODHA  | Producción por hectárea (kg. de aceituna/ha) (b)  | 3.327,4 | 1.387,06          |

*Notas:* Si no se indica lo contrario, las variables no incluidas en los modelos estimados no están correlacionadas con las variables dependientes.

- (a) Variable correlacionada positivamente con la adopción de no laboreo, no incluida en el primer modelo por estar altamente correlacionada con la variable LEE, cuya inclusión en su lugar proporciona un mejor ajuste.
- (b) Variable correlacionada positivamente con la adopción de no laboreo localizado, no incluida en el segundo modelo por tratarse de un efecto debido a la relación existente entre la adopción de no laboreo localizado y la variable REGAD, con la que PRODHA está positiva y altamente correlacionada. Al excluir las explotaciones de regadío de la muestra la variable PRODHA deja de estar correlacionada con la adopción de no laboreo localizado.

*Fuente:* Elaboración propia.



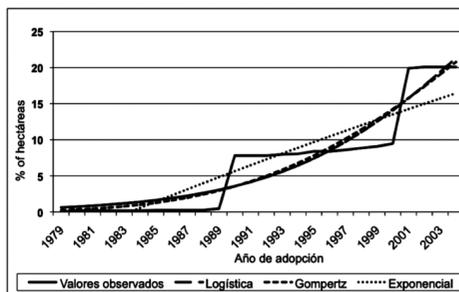
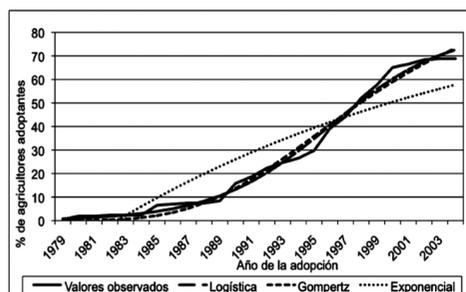
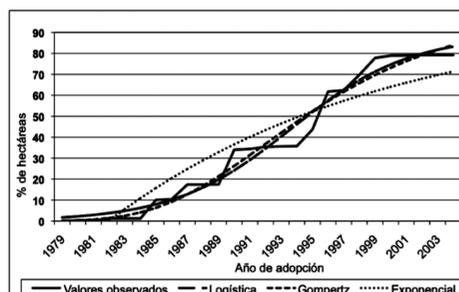
El no laboreo con aplicación de herbicidas es la práctica de lucha contra la erosión mayoritaria en la zona, siendo realizada por el 90% de los agricultores encuestados. Este valor es superior al encontrado por Calatrava *et al.* (2007), con un sondeo realizado en 2002 a explotaciones olivereras de las provincias de Granada y Jaén, lo que probablemente se deba en parte a que la pendiente media de las explotaciones del presente estudio es superior y por lo tanto los incentivos para la adopción del no laboreo son mayores. De estos agricultores, el 69% realiza no laboreo con aplicación no localizada de herbicidas y el 21% con aplicación localizada, que es la técnica de menor impacto ambiental. Además de suponer un menor uso de herbicidas, la aplicación localizada de herbicidas permite el mantenimiento de un mayor grado de cobertura vegetal del suelo y una mayor prevención de la pérdida de capa arable.

Ninguno de los agricultores encuestados ha adoptado la técnica de no laboreo sin aplicación de herbicidas y con control mecánico de malas hierbas. El 10% restante que no ha adoptado el no laboreo realiza algún tipo de laboreo de conservación (laboreo siguiendo curvas de nivel y sin utilizar aperos que volteen el suelo como la vertedera o la grada de discos) para cumplir con las Buenas Prácticas Agrarias exigibles en los diferentes Programas de Desarrollo Rural y con las exigencias del programa agroambiental de lucha contra la erosión vigente en el momento de realizarse el sondeo.

En los Gráficos 1 a 4 pueden verse las diferentes curvas del proceso de adopción de las dos prácticas de no laboreo (líneas continuas de los gráficos). El proceso de difusión de las técnicas de no laboreo en la zona se inició a principios de los años ochenta, siendo especialmente intenso a partir de la segunda mitad de los noventa, y alcanzando en la actualidad una difusión del 90%. Este porcentaje puede explicarse, entre otros factores, por las elevadas pendientes de la zona y los mayores costes que por lo tanto supone el laboreo. En dichos gráficos pueden apreciarse asimismo los diferentes senderos de difusión ajustados a los datos de la muestra.

Los modelos de influencia interna presentan un mejor ajuste que los de influencia externa tanto a nivel de agricultores como de superficie. Los modelos Logístico y Gompertz explican bien el proceso de difusión a través de interacciones entre los agricultores de la zona. De hecho, casi un tercio de los agricultores encuestados no visita la Oficina Comarcal Agraria y de los dos tercios restantes la inmensa mayoría acude para resolver casi exclusivamente trámites burocráticos relacionados con las ayudas de la Unión Europea. Es más, para la resolución de los problemas técnicos en su explotación, el 80% afirma acudir a otros agricultores y el 70% a los técnicos de su cooperativa. Puesto que es el modelo Logístico el que presenta mejores ajustes y coeficientes de imitación más elevados, se exponen y comentan tan solo los resultados correspondientes a dicha especificación.

Los parámetros del modelo Logístico de difusión estimado para las dos prácticas de no laboreo analizadas en la zona de estudio se recogen en el Cuadro 3. En dicho Cuadro se presentan los coeficientes de los parámetros estimados (la constante de integración "a", la tasa de difusión máxima "b" y el techo teórico que alcanzaría la práctica "M"), el coeficiente de determinación  $R^2$ , los puntos de inflexión en los modelos de influencia interna ( $t^*$ , tiempo que tarda la innovación en alcanzar el máximo nivel de adopción y porcentaje acumulado en ese período), y los valores del punto de partida o instante inicial ( $t_0$ ).

GRÁFICO 1. Modelos de difusión inter-em-  
presa de no laboreo con herbicida localizadoGRÁFICO 2. Modelos de difusión global de  
no laboreo con herbicida localizadoGRÁFICO 3. Modelos de difusión inter-em-  
presa de no laboreo con herbicida no localizadoGRÁFICO 4. Modelos de difusión global de  
no laboreo con herbicida no localizado

CUADRO 3

### Modelos Logísticos de difusión de las prácticas de no laboreo en la zona de estudio

| Práctica  | Difusión       | Parámetros estimados*<br>(y error típico) |                  |                  | Bondad<br>del ajuste<br>R <sup>2</sup> | Modelo<br>logístico                     | Punto de inflexión<br>(y punto inicial) |                                 |
|---|----------------|---|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------|
|   |                | M   | a                | b                |  |   | t* y (t <sub>0</sub> )                  | N(t*)<br>y [N(t <sub>0</sub> )] |
| No laboreo<br>con aplica-<br>ción locali-<br>zada de<br>herbicidas    | % Agricultores | 29,522<br>(2,814)                         | 5,241<br>(0,268) | 0,246<br>(0,021) | 0,989                                  | $N(t) = 29,52/[1 + \exp(5,24 - 0,25t)]$ | 2001<br>(1980)                          | 14,76<br>[0,47]                 |
|   | % Superficie   | 47,581<br>(44,093)                        | 4,487<br>(0,524) | 0,165<br>(0,051) | 0,884                                  | $N(t) = 47,58/[1 + \exp(4,49 - 0,17t)]$ | 2007<br>(1980)                          | 23,79<br>[0,19]                 |
| No laboreo<br>con aplica-<br>ción no loca-<br>lizada de<br>herbicidas | % Agricultores | 81,150<br>(3,339)                         | 4,874<br>(0,228) | 0,270<br>(0,017) | 0,992                                  | $N(t) = 81,15/[1 + \exp(4,87 - 0,27t)]$ | 1997<br>(1979)                          | 40,57<br>[0,47]                 |
|   | % Superficie   | 88,564<br>(4,635)                         | 4,177<br>(0,337) | 0,266<br>(0,028) | 0,977                                  | $N(t) = 88,56/[1 + \exp(4,18 - 0,27t)]$ | 1995<br>(1979)                          | 44,28<br>[0,02]                 |

Nota: \* Parámetros significativos al 95% de confianza.

Fuente: Elaboración propia.



El modelo Logístico de difusión inter-empresas de no laboreo no localizado presenta la mayor tasa de difusión a finales de los años noventa del pasado siglo, cuando más del 40% de los agricultores encuestados habían adoptado esta práctica, mientras que el modelo global de difusión muestra su mayor tasa de difusión a mediados de los noventa. La difusión de esta práctica durante el proceso de adopción ha sido por tanto mayor en términos de superficie que en términos de agricultores adoptantes, lo que indica que las explotaciones de mayor tamaño la han adoptado antes. Por el contrario, la difusión de la superficie bajo la técnica de no laboreo localizado ha ido más lenta que la difusión inter-agricultores, con un lapso temporal de aproximadamente 6 años, debido a que los agricultores con explotaciones más grandes han sido más lentos en adoptar.

La adopción del no laboreo localizado ha sido aproximadamente una década más tardía que la del no laboreo no localizado, práctica esta última que presenta además un mayor techo de adopción. Sin embargo, el proceso de difusión del no laboreo localizado ha sido más rápido que el del no laboreo no localizado, lo que puede verse en el Cuadro 4, en el que se resumen los coeficientes de penetración de ambas prácticas. La aplicación localizada de herbicidas presenta mayores coeficientes de penetración que la no localizada. En concreto, el 0,83% de los no adoptantes es arrastrado cada año a la adopción de esta técnica por el 1% de los adoptantes, es decir, por cada agricultor adoptante hay anualmente un 0,39% de imitadores, mientras que la nueva superficie bajo esta práctica es del 0,35% anual por cada 1% de la superficie en la que ya se ha adoptado.

CUADRO 4

**Coefficientes de penetración (b/M) para las técnicas de no laboreo**

| <b>No laboreo con herbicidas localizado</b>    |        |                     |        |
|--|--------|---------------------|--------|
| <b>Agricultores</b>                            |        | <b>Superficie</b>   |        |
| por cada 1%                                    | 0,83%  | por cada 1%         | 0,35%  |
| por cada 1 individuo                           | 0,39   | Por cada 1 hectárea | 0,0043 |
| M  | 29,522 | M                   | 47,581 |
| b  | 0,246  | b                   | 0,165  |
| <b>No laboreo con herbicidas no localizado</b> |        |                     |        |
| <b>Agricultores</b>                            |        | <b>Superficie</b>   |        |
| por cada 1%                                    | 0,33%  | por cada 1%         | 0,30%  |
| por cada 1 individuo                           | 0,15   | Por cada 1 hectárea | 0,0037 |
| M  | 81,150 | M                   | 88,564 |
| b  | 0,270  | b                   | 0,266  |

Fuente: Elaboración propia.

**4.2. Modelos discretos de adopción del no laboreo**

Los resultados de los modelos probit binomiales estimados se muestran en los cuadros 5, 6, 7 y 8, donde se recogen respectivamente los modelos estimados, las proporciones de clasificación correcta, los efectos marginales y las relaciones entre



las categorías de las variables discretas con varios niveles, respectivamente. En los modelos estimados la prueba de la razón de verosimilitud indica que estos son significativos ( $p = 0,000$ ). Además, un alto porcentaje de los casos analizados fueron correctamente clasificados (Cuadro 6), y los modelos estimados presentan buenos valores del pseudo- $R^2$  de McFadden, todo lo cual indica un buen nivel de ajuste y un alto poder discriminante de los mismos.

Antes de comentar la significación de las variables de los modelos, hay que indicar que un importante número de las variables recogidas mediante el cuestionario utilizado no han resultado estar relacionadas ni con la adopción de no laboreo en general ni con la adopción de las dos prácticas de no laboreo analizadas (Cuadro 2). Se trata de variables que estaban relacionadas con la adopción de no laboreo o de otras prácticas de lucha contra la erosión en trabajos previos. Es posible que, debido al elevado grado de difusión del no laboreo entre los agricultores encuestados, el efecto de muchos de estos factores, de haber existido en fases anteriores del proceso de difusión, se haya diluido, no existiendo actualmente diferencias en la adopción en base a los mismos. Por otro lado, su efecto podría haber sido relevante para la adopción del no laboreo pero no necesariamente para la del tipo de aplicación de herbicidas asociado al no laboreo.

Es el caso, por ejemplo, de la edad del agricultor, en el que podría esperarse que los agricultores más jóvenes fuesen más abiertos a nuevas prácticas, efecto que no ha resultado ser significativo. De manera similar, la experiencia del agricultor, medida en años de dedicación a la actividad, y que podría tener el efecto contrario a la edad del agricultor, puede no ser relevante ante un grado de difusión como el encontrado para este tipo de prácticas. Similares interpretaciones pueden hacerse de otros factores no significativos como el grado de dedicación del agricultor o el hecho de que participe o no en el programa agro-ambiental de lucha contra la erosión en suelos frágiles vigente en el momento de realizarse el sondeo. Respecto a esta última variable, hay que tener en cuenta que el no laboreo no se contemplaba de manera explícita en dicho programa agro-ambiental, aunque es posible que haya tenido algún efecto indirecto al enviar el mensaje a los agricultores de que la lucha contra la erosión es considerado un objetivo importante para la Administración, susceptible por tanto de ser financiado. En cuanto al tipo de propiedad de la tierra, el hecho de que el 94% de los encuestados sean propietarios de su explotación posiblemente hace que dicha característica no sea relevante en cuanto a su relación con la adopción debido a la escasa varianza de la distribución binomial correspondiente.

En el cuadro 5 puede verse cómo la probabilidad de adoptar el no laboreo con aplicación de herbicidas es mayor cuando la finca está localizada en ladera (variable LADER), cuando algún miembro de la familia va a continuar con la actividad agraria (variable CONTIN) y cuando el agricultor lee libros y revistas técnicas sobre agricultura (variable LEE). Asimismo, se observa una relación positiva entre la variable "percepción general de la erosión" y la adopción de no laboreo (variable EROG, ver Cuadro 8). En cambio, a partir del modelo estimado no se observa ninguna influencia ni del tamaño de la explotación (variable HAOLIV), ni de que el régimen productivo sea seco o regadío (variable REGAD), ni del nivel de conservación del suelo (va-

**CUADRO 5**  
**Modelos probit de adopción de prácticas de no laboreo**

| Variable explicativa       | Variable dependiente               |         |  |         |
|----------------------------|------------------------------------|---------|--|---------|
|                            | No laboreo con herbicidas (NLHERB) |         | No laboreo con herbicida localizado (NLHLOC) |         |
|                            | Coefficiente                       | p-valor | Coefficiente                                 | p-valor |
| CONSTANTE                  | -3,8776                            | 0,0015  | -1,1714                                      | 0,0586  |
| HAOLIV                     | 0,0394                             | 0,5770  | -0,0082                                      | 0,7277  |
| LADER                      | 2,1044                             | 0,0001  | -0,9444                                      | 0,1143  |
| REGAD                      | 0,4124                             | 0,4540  | 2,2822                                       | 0,0000  |
| CONSERV1                   |                                    |         |  |         |
| CONSERV2                   | 0,0259                             | 0,9585  | -1,6812                                      | 0,0006  |
| CONSERV3                   | 0,1269                             | 0,7910  | -1,0153                                      | 0,0151  |
| CONSERV4                   | -0,1350                            | 0,8237  | -1,1451                                      | 0,0380  |
| ANTIG                      | 0,0098                             | 0,2032  | 0,0127                                       | 0,0373  |
| EROG1                      |                                    |         |  |         |
| EROG2                      | 0,8954                             | 0,0324  | 1,0919                                       | 0,1184  |
| EROG3                      | 1,6395                             | 0,0105  | 1,1146                                       | 0,1293  |
| CONTIN                     | 1,1194                             | 0,0104  | 2,0319                                       | 0,0002  |
| TRAB1                      |                                    |         |  |         |
| TRAB2                      | -0,4081                            | 0,3150  | -0,4428                                      | 0,2740  |
| TRAB3                      | -0,0813                            | 0,8933  | 1,2499                                       | 0,0018  |
| TRAB4                      | -0,1242                            | 0,8502  | -0,1990                                      | 0,7918  |
| LEE                        | 1,4951                             | 0,0031  | -0,2775                                      | 0,4595  |
| RIESG10                    | 0,0907                             | 0,4560  | -0,2212                                      | 0,1290  |
| Razón de verosimilitud     | 58,7734                            | 0,0000  | 98,0760                                      | 0,0000  |
| Pseudo R <sup>2</sup>      | 0,4212                             |         | 0,4928                                       |         |
| Predicciones correctas (%) | 94,88                              |         | 89,64  |         |
| Nº de observaciones        | 215                                |         | 193  |         |

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 6**  
**Proporciones de clasificación correcta de los modelos de adopción de no laboreo**

| Observado | Variable dependiente              |       |       |  |            |       |     |
|-----------|-----------------------------------|-------|-------|--|------------|-------|-----|
|           | No laboreo con herbicida (NLHERB) |       |       | No laboreo con herbicida localizado (NLHLOC) |            |       |     |
|           | Predicción                        |       |       | Observado                                    | Predicción |       |     |
| Y = 0     | Y = 1                             | Total | Y = 0 |  | Y = 1      | Total |     |
| Y = 0     | 14                                | 8     | 22    | Y = 0  | 142        | 6     | 148 |
| Y = 1     | 3                                 | 190   | 193   | Y = 1  | 14         | 31    | 45  |
| Total     | 17                                | 198   | 215   | Total  | 156        | 37    | 193 |

Nota: Las predicciones de los modelos se basan en un umbral  $c = 0,5$ .

Fuente: Elaboración propia.

riable CONSERV, ver Cuadro 8), ni de la edad de la plantación (variable ANTIG), ni del nivel de aversión al riesgo (variable RIESG10). Todas las variables significativas en el modelo de no laboreo con herbicidas presentan igualmente efectos marginales significativos (Cuadro 7), correspondiendo los mayores efectos marginales a la situación en ladera, a la lectura de literatura técnica y a la continuidad familiar de la explotación.

**CUADRO 7**  
**Efectos marginales de los modelos probit de no laboreo**

| Variable explicativa | Variable dependiente              |         |  |         |
|----------------------|-----------------------------------|---------|--|---------|
|                      | No laboreo con herbicida (NLHERB) |         | No laboreo con herbicida localizado (NLHLOC) |         |
|                      | Efecto Marginal                   | p-valor | Efecto Marginal                              | p-valor |
| CONSTANTE            | -0,1862                           | 0,1072  | -0,1886                                      | 0,0431  |
| HAOLIV               | 0,0019                            | 0,5157  | -0,0013                                      | 0,7271  |
| LADER                | 0,4360                            | 0,0148  | -0,2449                                      | 0,2460  |
| REGAD                | 0,0149                            | 0,4242  | 0,6757                                       | 0,0000  |
| CONSERV1             |                                   |         |  |         |
| CONSERV2             | 0,0012                            | 0,9580  | -0,1806                                      | 0,0015  |
| CONSERV3             | 0,0060                            | 0,7877  | -0,1584                                      | 0,0296  |
| CONSERV4             | -0,0072                           | 0,8431  | -0,1084                                      | 0,0090  |
| ANTIG                | 0,0005                            | 0,2667  | 0,0021                                       | 0,0500  |
| EROG1                |                                   |         |  |         |
| EROG2                | 0,0566                            | 0,0328  | 0,1552                                       | 0,1024  |
| EROG3                | 0,0542                            | 0,0233  | 0,2385                                       | 0,2229  |
| CONTIN               | 0,0940                            | 0,0380  | 0,2191                                       | 0,0000  |
| TRAB1                |                                   |         |  |         |
| TRAB2                | -0,0251                           | 0,4277  | -0,0604                                      | 0,2009  |
| TRAB3                | -0,0041                           | 0,8986  | 0,3117                                       | 0,0115  |
| TRAB4                | -0,0067                           | 0,8632  | -0,0283                                      | 0,7611  |
| LEE                  | 0,1240                            | 0,0202  | -0,0477                                      | 0,4937  |
| RIESG10              | 0,0044                            | 0,5104  | -0,0356                                      | 0,1335  |

Fuente: Elaboración propia.

Pasando al segundo modelo del Cuadro 5, se observa cómo la probabilidad de adopción de no laboreo con aplicación localizada de herbicidas es mayor en las explotaciones de regadío (variable REGAD), cuando la continuidad de la actividad agraria está asegurada por algún miembro de la familia (variable CONTIN), y cuando el agricultor sólo se encarga de la dirección de la explotación (variable TRAB, ver Cuadro 8). Asimismo, la probabilidad de su adopción crece con la edad de la plantación (variable ANTIG) y con el nivel de conservación del suelo (variable CONSERV, ver Cuadro 8). En cambio, no han resultado significativas ni la superficie de la explotación (variable HAOLIV), ni su situación (variable LADER), ni la percepción del problema de la erosión por parte del agricultor (variable EROG, ver Cuadro 8), ni el

**CUADRO 8**  
**Relaciones entre las categorías de las variables explicativas multinomiales**

| Probit de adopción de no laboreo con herbicidas (NLHERB) |        |        |        |                                     |                   |        |  |   |                             |        |          |        |   |
|--|--------|--------|--------|-------------------------------------|-------------------|--------|--|---|-----------------------------|--------|----------|--------|---|
| Variable "nivel de conservación del suelo"               |        |        |        | Variable "percepción de la erosión" |                   |        | Variable "tipo de trabajo realizado por el agricultor en la explotación" |   |                             |        |          |        |   |
| Categoría  | 1      | 2      | 3      | 4                                   | Categoría         | 1      | 2  | 3 | Categoría                   | 1      | 2        | 3      | 4 |
| 1. Muy bueno   | 0,9585 | 0,7910 | 0,8237 |                                     | 1. Algo grave     | 0,0324 | 0,0105   |   | 1. Gestión y trabajo físico | 0,3150 | ns0,8933 | 0,8502 |   |
|  | ns (+) | ns (+) | ns (-) |                                     |                   | ** (+) | ** (+)   |   |                             | (-)    | ns (-)   | ns (-) |   |
| 2. Bueno   |        | 0,8125 | 0,7760 |                                     | 2. Bastante grave |        | 0,1731   |   | 2. Sólo trabajo físico      |        | 0,6008   | 0,6778 |   |
|  |        | ns (+) | ns (-) |                                     |                   | ns (+) | ns (+)   |   |                             | ns (+) | ns (+)   |        |   |
| 3. Aceptable   |        |        | 0,6126 |                                     | 3. Muy grave      |        |  |   | 3. Sólo gestión             |        |          | 0,9592 |   |
| 4. Malo  |        |        | ns (-) |                                     |                   |        |  |   | 4. Ninguno                  |        |          | ns (-) |   |

| Probit de adopción de no laboreo con aplicación localizada de herbicidas (NLHLOC) |         |        |        |                                     |                   |        |  |   |                             |        |         |           |   |
|---|---------|--------|--------|-------------------------------------|-------------------|--------|--|---|-----------------------------|--------|---------|-----------|---|
| Variable "nivel de conservación del suelo"  |         |        |        | Variable "percepción de la erosión" |                   |        | Variable "tipo de trabajo realizado por el agricultor en la explotación" |   |                             |        |         |           |   |
| Categoría   | 1       | 2      | 3      | 4                                   | Categoría         | 1      | 2  | 3 | Categoría                   | 1      | 2       | 3         | 4 |
| 1. Muy bueno  | 0,0006  | 0,0151 | 0,0380 |                                     | 1. Algo grave     | 0,1184 | 0,1293   |   | 1. Gestión y trabajo físico | 0,2740 | 0,0018  | 0,7918    |   |
|   | *** (-) | ** (-) | ** (-) |                                     |                   | ns (+) | ns (+)   |   |                             | ns (-) | *** (+) | ns (-)    |   |
| 2. Bueno  |         | 0,1073 | 0,3418 |                                     | 2. Bastante grave |        | 0,9456   |   | 2. Sólo trabajo físico      |        | 0,0007  | ***0,7579 |   |
|   |         | ns (+) | ns (+) |                                     |                   | ns (+) | ns (+)   |   |                             | (+)    | ns (+)  |           |   |
| 3. Aceptable  |         |        | 0,7858 |                                     | 3. Muy grave      |        |  |   | 3. Sólo gestión             |        |         | 0,0814    |   |
| 4. Malo   |         |        | ns (-) |                                     |                   |        |  |   | 4. Ninguno                  |        |         | ns (-)    |   |

*Nota:* \*\*\*· < 0,01; \*\*· < 0,05; ns: no significativo. En estas matrices los números de la primera fila y columna indican el código de respuesta. La categoría de referencia se muestra en filas y la categoría con la que es comparada en columnas. La información que muestran estos cuadros es el nivel de significación (p-valor) y, en su caso, el sentido de la influencia de los diferentes valores obtenidos con respecto a las categorías de referencia.

*Fuente:* Elaboración propia.

hecho de que el agricultor afirme leer revistas o libros de agricultura (variable LEE), ni su actitud frente al riesgo (variable RIESG10). De las variables continuas, la que presenta un mayor efecto marginal, y por lo tanto la que mayor impacto tiene sobre la probabilidad de adopción de no laboreo con aplicación localizada de herbicidas, es la que representa el hecho de que la explotación sea de regadío (Cuadro 7).

La interpretación de estos resultados es más o menos clara según la variable cuyo efecto se analice. Por ejemplo, se ha visto que la probabilidad de adoptar la práctica de no laboreo localizado es mayor cuando algún familiar tiene intención de continuar la actividad de la explotación en el futuro, lo que hace que el agricultor esté más preocupado por los impactos en el largo plazo de su actividad e incorpore dicha preocupación en sus decisiones de producción, optando, en primer lugar, por el no laboreo frente al laboreo y, en segundo lugar, por la aplicación localizada de herbicidas frente a la no localizada. La literatura pone de manifiesto que, en general, todos aquellos factores que amplíen el horizonte de planificación del agricultor y le incentiven a tomar decisiones en el largo plazo (caso de la continuidad familiar de la explotación) pueden favorecer la adopción de prácticas de conservación de suelos. En el caso de la



edad de la plantación, el hecho de que la probabilidad de adopción del no laboreo localizado crezca con esta variable puede deberse a las menores densidades de plantación de los olivares más antiguos.

Cuando el agricultor sólo realiza actividades de gestión en su finca, la probabilidad de adoptar el no laboreo localizado se incrementa, mientras que cuando predomina el trabajo físico sobre las labores de gestión, los agricultores adoptan más el no laboreo no localizado. El tipo de tareas realizadas por el agricultor puede interpretarse como un indicador del carácter más o menos tradicional del agricultor: en explotaciones más profesionalizadas el agricultor se centra de manera casi exclusiva en tareas de gestión. Los agricultores de la muestra que están más concienciados con el problema de la erosión adoptan, como es de esperar, en mayor medida la práctica de no laboreo.

En el mismo sentido, es destacable la importancia de la actualización de la formación técnica de los agricultores en la adopción de no laboreo. La variable binaria que representa la asistencia del agricultor a cursos o seminarios de formación técnica (variable FORMAG) está positivamente relacionada con la adopción de no laboreo con aplicación de herbicidas, si bien no ha sido incluida en el correspondiente modelo de adopción por estar altamente relacionada con la variable LEE, cuya inclusión en dicho modelo en lugar de la variable FORMAG proporcionaba un mejor ajuste del mismo.

En cuanto al efecto del regadío sobre la adopción de las prácticas, éste es esperable, ya que el riego minimiza el efecto de la competencia de las malas hierbas por el agua, lo que favorece la aplicación localizada de herbicidas. La situación en ladera favorece la adopción del no laboreo por razones obvias, ya que es en las zonas de ladera donde mayores son los incentivos para la realización de prácticas de lucha contra la erosión, pero no determina la forma en que se aplican los herbicidas. Más compleja es la interpretación de la variable conservación del suelo, ya que los datos de que se dispone no permiten establecer causalidad para determinar si es la práctica realizada la que determina el grado de conservación del suelo, o si, por el contrario, aquellos agricultores que conservan su tierra en mejores condiciones son más receptivos a prácticas con un menor impacto ambiental, si bien esta segunda interpretación es la que parece más plausible.

## 5. Conclusiones

El no laboreo con aplicación de herbicidas es una práctica mayoritaria en la zona de estudio, siendo realizada por el 90% de los agricultores entrevistados. De ellos, el 69% realiza no laboreo con aplicación no localizada de herbicidas y el 21% con aplicación localizada, que es la técnica de menor impacto ambiental. La alta pendiente media del olivar en la zona puede ser uno de los factores que explican el elevado grado de difusión de este tipo de prácticas. El no laboreo sin aplicación de herbicidas no es utilizado por ninguno de los encuestados.

El proceso de difusión del no laboreo en la provincia de Granada se inició a principios de los años ochenta, siendo especialmente intenso a partir de la segunda mitad de los noventa. Dicho proceso se ha basado más en la interacción entre los agriculto-





res que en factores externos tales como las políticas agrarias o la actuación de los servicios de extensión agraria. La difusión del no laboreo con aplicación localizada de herbicidas ha tenido un retraso de aproximadamente una década con respecto al del no laboreo no localizado, pese a lo cual el segundo ha sido más rápido que el primero.

La variable con mayor impacto sobre la adopción de no laboreo con aplicación de herbicidas es la localización de la explotación en una ladera. Asimismo, los agricultores que están más concienciados con el problema de la erosión, los que actualizan sus conocimientos técnicos, y los que tienen certeza de la continuidad familiar de su explotación adoptan en mayor medida la práctica de no laboreo.

En cuanto al tipo de aplicación de herbicidas utilizado, de entre todos los factores analizados, el que en mayor medida influye en la adopción del no laboreo con aplicación localizada de herbicidas es que la explotación sea de regadío. Asimismo, los agricultores más profesionalizados, que se centran en los aspectos de gestión de la explotación, y cuyas explotaciones presentan un mejor nivel de conservación del suelo suelen adoptar en mayor medida el no laboreo con aplicación localizada de herbicidas que con aplicación no localizada. Finalmente, otro de los factores con mayor impacto sobre su adopción es la certeza del agricultor de que su explotación tendrá continuidad en el futuro en manos de algún familiar, generalmente un hijo.

Algunos de estos factores son susceptibles de algún grado de intervención pública para estimular la adopción de estas prácticas, por ejemplo, mediante medidas que favorezcan la continuidad familiar y la profesionalización de las explotaciones. Otro factor susceptible de actuación es la percepción que tienen los agricultores del problema de la erosión, sus causas e impactos. Pese a todo lo visto en relación con el no laboreo, el grado de realización de otras prácticas de conservación de suelos es aún reducido. El margen para generalizar las actuales prácticas de lucha contra la erosión e introducir otras nuevas es amplio, lo que requiere de, entre otras cosas, un cambio cultural importante entre muchos agricultores. Sin quitar importancia a las políticas basadas en incentivos económicos, su efectividad podría verse incrementada por la vía de la formación y la concienciación, convenciendo a los agricultores de los beneficios que, tanto para ellos como para el resto de la sociedad, tiene la conservación de los suelos agrarios, así como de las diferentes opciones técnicas disponibles al respecto.

## Bibliografía

- Abadi A.K. y Pannell D.J. (1999). "A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation". *Agricultural Economics*, 21 (2):145-154.
- Anley, Y., Bogale, A. y Haile-Gabriel, A. (2007). "Adoption decision and use intensity of soil and water conservation measures by smallholder subsistence farmers in Dedo district, Western Ethiopia". *Land Degradation and Development*, 18 (3):289-302.
- Banks, R. (1994). *Growth and diffusion phenomena: Mathematical frameworks and applications*. Springer-Verlag. New York.
- Basch, G. (2005). "Justificación socioeconómica y política para invertir en la agricultura de conservación". *Agricultura de Conservación*, 1:11-16.





- Basch, G. (2008). "Conservation Agriculture: The ideal concept for soil conservation and sustainable agriculture under Mediterranean conditions". Workshop *Sustainable agriculture and soil conservation: the challenges faced in the Mediterranean region*, Murcia, 1-2 julio. En <http://soco.jrc.ec.europa.eu/>. Último acceso: 25-1-2010.
- Bass, F.M. (1969). "A new product growth model for consumer durables". *Management Science*, 15 (5):215-227.
- Benítez, P.C., Kuosmanen, T., Olschewski, R. y Van Kooten, G.C. (2006). Conservation payments under risk: a stochastic dominant approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 88 (1):1-15.
- Bosch, D.J. y Pease, J.W. (2000). "Economic risk and water quality protection in agriculture". *Review of Agricultural Economics*, 22 (2):438-463.
- Calatrava-Requena, J. y González, M.C. (2008). *Technical versus institutional innovation in Andalusian olive tree orchards: an adoption modelling analysis*. 12<sup>th</sup> Congress of the European Association of Agricultural Economists. Gent, Belgium, 26-29 august.
- Calatrava, J., Franco, J.A. y González, M.C. (2007). "Analysis of the adoption of soil conservation practices in olive groves: the case of mountainous areas in southern Spain". *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5 (3):249-258.
- Calatrava, J., Barberá, G.G. y Castillo, V.M. (2010). "Farming practices and policy measures for agricultural soil conservation in semi-arid Mediterranean areas: the case of the Guadalentín basin in southeast Spain". *Land Degradation and Development* (en prensa).
- Carrillo, M. y González J.M. (2002). "A new approach to modelling sigmoidal curves". *Technological Forecasting and Social Change*, 69 (3):233-241.
- Cramb, R.A. (2006). "The role of social capital in the promotion of conservation farming: The case of 'Landcare' in the Southern Philippines". *Land Degradation and Development*, 17 (1):23-30.
- D'Emden, F.H., Llewellyn, R.S. y Burton, M.P. (2006). "Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: an application of duration analysis". *Technological Forecasting and Social Change*, 73 (6):630-647.
- Dixon, R. (1980). "Hybrid corn revisited". *Econometrica*, 48 (6):1451-1461.
- Doss, C.R. (2006). "Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement". *Agricultural Economics*, 34 (3):207-219.
- Econometric Software (2002). LIMDEP 8.0 Reference Guide. Econometric Software, Inc. Painview, New York.
- FAO (2003). *Los aspectos económicos de la agricultura de conservación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Fourt, L.A. y Woodlock, J.W. (1960). "Early prediction of market success for new grocery products". *Journal of Marketing*, 25 (2):31-38.
- Francia-Martínez, J.R., Durán-Zuazo V.H. y Martínez-Raya, A. (2006). "Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain)". *Science of the Total Environment*, 358 (1-3):46-60.
- Franco, J.A. (2009). *Análisis económico de la erosión de suelos agrarios en el olivar del Alto Genil Granadino*. Tesis doctoral. Departamento de Economía, Sociología y Políticas Agrarias, Universidad de Córdoba.
- Gómez, J.A., Giráldez, J.V., Pastor, M. y Fereres, E. (1999). "Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard". *Soil and Tillage Research*, 52 (3-4):167-175.
- Greene, W.H. (2007). *Econometric Analysis*. Sixth Edition. Prentice Hall: New Jersey.
- Griliches, Z. (1957). "Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change". *Econometrica*, 25 (4):501-522.
- Griliches, Z. (1960). "Hybrid corn and economics of innovation". *Science*, 132:275-280.





- Lapar, L.M.A. y Pandey, S. (1999). "Adoption of soil conservation: the case of the Philippines uplands". *Agricultural Economics*, 21 (3):241-256.
- Maddala, G.S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Mahajan, V., Muller, E. y Bass, F.M. (1990). "New products diffusion model in marketing: a review and directions for research". *Journal of Marketing*, 54:1-26.
- Mahajan, V., Bretschneider, S.I. y Bettis, R.A. (1988). "The adoption of the m-form organizational structure: a test of imitation hypothesis". *Management Science*, 34 (10):1188-1201.
- Mansfield, E. (1961). "Technical change and the rate of imitation". *Econometrica*, 29 (4):741-766.
- Martínez-Raya, A., Durán-Zuazo V.H. y Francia-Martínez, J.R. (2006). "Soil erosion and runoff response to plant-cover strips on semiarid slopes (SE Spain)". *Land Degradation and Development*, 17 (1):1-11.
- Milgroom J., Soriano M.A., Garrido J.M., Gómez J.A. y Fereres, E. (2007). "The influence of a shift from conventional to organic olive farming on soil management and erosion risk in southern Spain". *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22 (1):1-10.
- Parra-López, C., De Haro-Giménez, T. y Calatrava-Requena, J. (2007). "Diffusion and Adoption of Organic Farming in the Southern Spanish Olive Groves". *Journal of Sustainable Agriculture*, Vol. 30 (1):105-151.
- Pattanayak, S.K. y Mercer, D.E. (1998). "Valuing soil conservation benefits of agroforestry: contour hedgerows in the Eastern Visayas, Philippines". *Agricultural Economics*, 18 (1):31-46.
- Ratkowsky, D.A. (1983). *Nonlinear regression modelling*. Marcel Dekker. New York.
- Rogers, E.M. (1958). "Categorizing the adopters of agricultural practices". *Rural Sociology*, 23 (4):347-354.
- Ryan, B. y Gross, N.C. (1943). "The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities". *Rural Sociology*, 8 (1):15-24.
- Serrano, A., Suárez de Cepeda, M. y Sánchez-Girón, V. (2008). "Rentabilidad económica de explotaciones agrarias de secano según tamaño y tipo de laboreo". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8 (2):73-91.
- Shiferaw, B. y Holden, S.T. (1998). "Resource degradation and adoption of land conservation technologies in the Ethiopian Highlands: a case study in Andit Tid, North Ahewa". *Agricultural Economics*, 18 (3):233-247.
- Stoneman, P. (1981). "Intra firm diffusion, bayesian learning and profitability". *Economic Journal*, 91 (362):375-388.
- Taylor, D.B. y Young D.L. (1985). "The influence of technological progress on the long-run farm level economics of soil conservation". *Western Journal of Agricultural Economics*, 10 (1):63-76.
- Valentin, L., Bernardo D.J. y Kastens T.L. (2004). "Testing the empirical relationship between Best Management Practice Adoption and Farm Profitability". *Review of Agricultural Economics*, 26 (4):489-504.
- Van Kooten, G.C., Weisensel, W.P. y Jong, E. (1989). "Estimating the costs of soil erosion in Saskatchewan". *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 37 (1):63-75.
- Wade, J.C. y Heady, E.O. (1978). "Measurement of Sediment Control Impacts on Agriculture". *Water Resources Research*, 14 (1):1-8.
- Walker, D.J. (1982). "A Damage Function to Evaluate Erosion Control Economics". *American Journal of Agricultural Economics*, 64 (4):690-698.
- Walker, D.J. y Young, D.L. (1986). "The effect of technical progress on erosion damage and economic incentives for soil conservation". *Land Economics*, 62 (1):83-93.
- Xiloyannis, C., Martínez-Raya, A., Kosmas, C. y Favia, M. (2008). "Semi-intensive olive orchards on sloping land: Requiring good land husbandry for future development". *Journal of Environmental Management*, 89 (2):110-119.

