



**Abstract ampliado**

## RESUMEN AMPLIADO

### Factores de penetración de las energías renovables en la agricultura española

#### Autores y e-mails:

María Jesús Ruiz Fuensanta\* ([mariajesus.ruiz@uclm.es](mailto:mariajesus.ruiz@uclm.es))

María Jesús Gutiérrez Pedrero\* ([MaríaJesus.Gutierrez@uclm.es](mailto:MaríaJesus.Gutierrez@uclm.es))

Miguel Ángel Tarancón Morán\* ([MiguelAngel.Tarancon@uclm.es](mailto:MiguelAngel.Tarancon@uclm.es))

#### Departamento:

\*Departamento de Economía española e Internacional, Econometría e Historia e Instituciones Económicas.

\* Departamento de Análisis Económico y Finanzas.

♦ Departamento de Economía Política y Hacienda Pública, Estadística Económica y Empresarial, y Política Económica.

**Universidad:** Universidad de Castilla-La Mancha (Spain)

**Área Temática:** *Sesión especial: Energías renovables y desarrollo sostenible: eficiencia, medioambiente y revitalización económica del territorio*

**Resumen:** (mínimo 1500 palabras)

#### 1. Introducción

Aunque el consumo de energía por parte de la agricultura representa un pequeño porcentaje del consumo total de energía en España, lo cierto es que este valor supera el porcentaje que acumula este sector en términos de VAB. Más aún, más de tres cuartas partes de la energía consumida en la agricultura procede de combustibles fósiles, porcentaje sólo superado por el sector del Transporte. Es por ello, que el sector agrícola juega un importante papel dentro de la estrategia de transición europea hacia un sistema energético basado en la energía renovable, lo que queda patente en los incentivos a la diversificación de las explotaciones mediante la producción de dicho tipo de energía



(Bartolini y Viaggi, 2012; Bardi et al., 2013; Sutherland et al., 2015) y que se concretan, con mayor o menor intensidad, en las políticas nacionales de los diferentes estados. Por ejemplo, en el caso español el Plan de Energías Renovables 2011-2020 incluye diferentes propuestas para fomentar el uso de energías renovables en explotaciones agrícolas, tales como la fotovoltaica, la eólica de pequeña potencia, o la geotermia para su aplicación en invernaderos y el calentamiento de suelos.

En general, la decisión de invertir en capacidad de generación de energía renovable ha venido incentivada, en los países de la Unión, por los instrumentos de apoyo público, en especial las primas a la producción o feed-in-tariffs (Mosher y Corscadden, 2012). Estos instrumentos lograban reducir la incertidumbre asociada a la rentabilidad de los proyectos y, por tanto, el coste de la financiación. Es indudable que el resultado de la aplicación de estos instrumentos de apoyo público a la difusión de las energías renovables ha sido, en general, un éxito.

Sin embargo, en el caso específico de las explotaciones agrícolas, el impacto de estos instrumentos de apoyo ha sido significativamente menor que, por ejemplo, en el sector eléctrico (Schafffer y Düvelmeyer, 2016), siendo más relevante otro tipo de incentivos, como el *net metering* (Borchers et al., 2014). Por tanto, ante el efecto relativamente reducido de los instrumentos de apoyo a nivel nacional, y a fin de comprender este comportamiento específico de las explotaciones agrícolas, es fundamental el análisis de los factores que determinan con una mayor intensidad la inversión en capacidad de generación de energía renovable en el sector agrícola.

## 2. Revisión de la literatura

Para la identificación de los factores que potencialmente pueden condicionar la adopción de estrategias de producción de energías renovables por parte de las explotaciones agrícolas se ha partido de los esquemas propuestos por Beckman y Xiarchos (2013) y Ge et al. (2017). De esta manera, se ha procedido a agrupar tales factores siguiendo la siguiente clasificación:

### a. Factores relacionados con el responsable de la explotación:

- Edad: Los responsables o propietarios más jóvenes muestran una mayor propensión a invertir en la generación de energías renovables (Jensen et al.,



2007; Tranter et al., 2011; Tate et al., 2012; Beckman y Xiarchos, 2013; Borchers et al., 2014; Sutherland y Holstead, 2014; Sutherland et al., 2016).

- Experiencia: Algunos estudios, como el de Borchers et al. (2016), apuntan a una relación negativa entre el número de años de dedicación a la actividad agrícola y la adopción de infraestructuras de producción de energía renovable.
- Nivel de educación: Los responsables con una mayor formación tienden a invertir con mayor facilidad en proyectos de implantación de sistemas de producción de energía renovable (Jensen et al., 2007; Tranter et al., 2011; Tate et al., 2012; Sutherland et al., 2016).
- Nivel de ingreso o renta: El nivel de ingreso de los responsables de las explotaciones también parece ser un factor determinante a la hora de realizar inversiones en sistemas de producción de energías renovables (Beckman y Xiarchos, 2013; Borchers et al., 2014; Sutherland et al., 2016); más aún en la medida en que esos ingresos tengan una procedencia diferente a la propia explotación (Jensen et al., 2007).
- Orientación o no hacia el beneficio económico del responsable: Los responsables de explotaciones que creen que la inversión en infraestructura para la generación de energía renovable le reportará beneficios económicos serán más propensos a realizar tal inversión (del Río y Burguillo, 2008; Tranter et al., 2011; Brudermann et al., 2013; Sutherland et al., 2016). Así, en algunos trabajos empíricos se identifica como incentivo el hecho de que el responsable de la explotación conozca el beneficio económico que obtendrá con la inversión (Sutherland y Holstead, 2014). Otro tipo de motivaciones, como la medioambiental, parecen tener un menor impacto en la decisión de invertir en la producción de energías renovables, como es el caso de ciertas explotaciones productoras de biomasa de Finlandia (Huttunen, 2012) o algunas explotaciones escocesas (Sutherland y Holstead, 2014).
- Residencia del responsable de la explotación: Los agricultores que viven en la propia explotación son más propensos a invertir en infraestructura de generación de energía renovable (Beckman y Xiarchos, 2013; Borchers et al., 2014).



b. Factores relativos a la explotación:

- Tipo de explotación (en propiedad, arrendada...): Las explotaciones en propiedad tienden a invertir más en la producción de energía (Tranter et al., 2011; Beckman y Xiarchos, 2013), lo que probablemente es motivado por la elevada inversión necesaria en infraestructura (Sutherland et al, 2016). A la misma conclusión llegan Tate et al. (2012)
- Tamaño de la explotación: La propensión a producir energía renovable es mayor en grandes explotaciones donde, además, se busca la diversificación de las fuentes de ingreso (Tranter et al., 2011; Bartolini y Viaggi, 2012; Brudermann et al., 2013; Borchers et al., 2014; Schafffer y Düvelmeyer, 2016; Sutherland et al., 2016). El tamaño de la explotación está relacionado con la profesionalización del agricultor (agricultor a tiempo completo), lo que incentiva los flujos de información y su formación en la incorporación de tecnologías que permitan rentabilizar la explotación, como es el caso de los cultivos e infraestructuras de energía renovable (Schafffer y Düvelmeyer, 2016). En este sentido, Bartolini y Viaggi (2012) y Brudermann et al. (2013) parecen encontrar cierta evidencia en sus respectivos casos de estudio, de que en las explotaciones con responsables a tiempo completo existe una mayor propensión a producir cultivos destinados a la generación de energías renovables.
- Tipo de cultivo o actividad agropecuaria (cereales, no cereales, actividad ganadera...) Los cultivos destinados a la producción de energía suelen darse en terrenos de pasto y barbecho caracterizados por una baja productividad (Schafffer y Düvelmeyer, 2016). Por otro lado, Tate et al. (2012), en el caso de la región de West Midlands del Reino Unido, encuentran que en las explotaciones de cereales existe una mayor propensión a adoptar. En general, el tipo de actividad tiene una influencia destacable sobre la propensión a adoptar la actividad de producción de energías renovables (Jensen et al., 2007; Bartolini y Viaggi, 2012).
- Producción ecológica: los cultivos de tipo ecológico pueden incentivar la inversión en infraestructura de generación de energía renovable (Beckman y Xiarchos, 2013). Esta relación puede deberse a dos motivos. Primero, como tipo de energía alternativa ante la reticencia a utilizar fueles contaminantes



por parte de los agricultores que adoptan este enfoque productivo. Por otro lado, para diversificar la producción de la explotación, dado que los cultivos de tipo ecológico tienen mayor riesgo de obtener producciones de menor volumen o incluso de perder las cosechas por plagas o una meteorología adversa (Schafffer y Düvelmeyer, 2016). De hecho, Borchers et al. (2014) calculan que, en los Estados Unidos, en las explotaciones de agricultura ecológica existe una probabilidad de adoptar tecnologías de generación de energía renovable en torno a 5 veces mayor que en las explotaciones convencionales.

- c. Factores bio-físicos: Entre estos factores destacan la cantidad de radiación solar en la zona, la fuerza media del viento, la erosión del suelo, la pendiente del terreno o la pluviosidad (Beckman y Xiarchos, 2013; Schafffer y Düvelmeyer, 2016).
- d. Factores socioeconómicos:
  - Grado de acceso a la información (Sutherland et al., 2016): Los flujos de información en relación con las tecnologías energéticas disponibles pueden retrasar o acelerar la adopción de estas (Schafffer y Düvelmeyer, 2016). Con relación a esto, Beckman y Xiarchos, (2013) y Borchers et al. (2014) encuentran, en el caso de California y los Estados Unidos, respectivamente; una relación significativa entre la adopción de energías renovables por parte de las explotaciones y el acceso a internet de estas.
  - Factor NIMBY (*not in my back yard*): Las infraestructuras de generación de energía renovable pueden causar ciertas externalidades (ruidos, contaminación visual...) que provoquen cierta oposición de los habitantes de áreas próximas a la explotación a con respecto a este tipo de inversiones (del Río y Burguillo, 2008; Sutherland y Holstead, 2014).
- e. Factores regionales:
  - Efecto desbordamiento (*Spillover effect*): en las explotaciones de una región se instalan las tecnologías energéticas que se han consolidado en las explotaciones de regiones vecinas (Schafffer y Düvelmeyer, 2016).
  - Actitud hacia la adopción de innovaciones tecnológicas en las diversas regiones (Schafffer y Düvelmeyer, 2016), lo que guarda una estrecha relación con la estructura de I+D y de incentivos al emprendimiento.





- Renta per cápita regional: parece existir una relación directa entre el nivel de ingreso per cápita de la región, y la propensión a adoptar fuentes de energía renovable en las explotaciones agrícolas de la región (Borchers et al., 2014).

### 3. Metodología y datos

La muestra utilizada en este trabajo tiene una estructura jerárquica, con datos de explotaciones agrícolas (primer nivel) agrupadas en regiones (segundo nivel), y en el modelo empírico propuesto se incluyen variables explicativas correspondientes a cada uno de estos dos niveles. Esta estructura jerárquica tiene una serie de implicaciones para la estimación. En especial, el considerable margen de decisión política atribuido en la práctica a las Comunidades Autónomas en distintos ámbitos, sumado a las particularidades asociadas, entre otros aspectos, a las características orográficas y climatológicas de cada una de ellas, hace presumible que el comportamiento de las explotaciones agrícolas de una misma región con respecto a las energías renovables se vea influenciado por unos factores comunes que doten de mayor homogeneidad a sus decisiones respecto de las adoptadas por las explotaciones ubicadas en una región distinta.

Desde el punto de vista econométrico, esta estructura vulnera la independencia de las observaciones requerida por los modelos de regresión tradicionales, dando lugar a la obtención de estimadores sesgados de los errores estándar y el aumento de la probabilidad de cometer el error de Tipo I (Kidwell et al., 1997). A esto se debe añadir el riesgo de incurrir en la falacia del nivel equivocado que deriva del hecho de analizar los datos a un nivel dado y formular las conclusiones a otro distinto (Klein et al., 1994). El análisis multinivel permite superar estos problemas al reconocer explícitamente la posibilidad de que los individuos pertenecientes a un mismo grupo guarden una mayor similitud entre sí que con los individuos perteneciente a un grupo distinto (Lee, 2003). Los modelos jerárquicos también reciben el nombre de modelos de efectos mixtos dado que en los mismos se da una combinación de efectos fijos y efectos aleatorios<sup>1</sup>. La variable dependiente en nuestro análisis es binaria, adoptando el valor 1 si la explotación agrícola produce en sus instalaciones algún tipo de energía renovable, y 0

---

<sup>1</sup> Para mayor información sobre los modelos multinivel puede consultarse Rabe-Hesketh y Skrondal (2008) y Snijders and Bosker (2012).

en caso contrario. Por este motivo, el modelo a estimar toma la forma de un modelo logit multinivel con la siguiente estructura:

$$\text{logit}\{Pr(y_{ij} = 1|X_{ij})\} = \beta_{0j} + \sum_1^p \beta_p X_{pij}$$

Donde la probabilidad de que una explotación agraria  $i$  ubicada en la región  $j$  desarrolle actividades relacionadas con la producción de energías renovables se hace depender de un conjunto ( $X$ ) de variables explicativas que representan características de la propia explotación. A nivel regional, el grupo de covariables ( $Z$ ) se usa para explicar la variación del término independiente  $\beta_{0j}$  con el parámetro aleatorio  $\zeta_j$ :

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_1^q \gamma_{q0} Z_{qj} + \zeta_j$$

Combinando ambas ecuaciones, obtenemos un modelo de efectos mixtos en el que la parte aleatoria viene representada por  $\zeta_j$  que se distribuye según una normal multivariante de media 0 y varianza  $\psi$ , y que verifica además la cualidad de independencia entre regiones (Snijders and Bosker, 2012):

$$\text{logit}\{Pr(y_{ij} = 1|X_{ij}, \zeta_j)\} = \gamma_{00} + \sum_1^q \gamma_{q0} Z_{qj} + \sum_1^p \beta_p X_{pij} + \zeta_j$$

Los datos necesarios para la estimación de este modelo proceden de diversas fuentes. Por un lado, la muestra de explotaciones agrícolas y la información relativa a las mismas se ha obtenido de la Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas elaborada por el INE (Instituto Nacional de Estadística). Los datos relativos a las características regionales proceden del Anuario de Estadística publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, así como de distintas estadísticas publicadas por el INE.

El modelo está todavía en proceso de estimación, por lo que aún no se pueden presentar resultados provisionales.

**Palabras Clave:** *Agricultura; Sostenibilidad, Energías renovables, Análisis Multinivel*



**Clasificación JEL:** Q12; Q42; R11