
Consuelo Varela Ortega ()*

*Modernización de la agricultura,
avance tecnológico y uso de la tierra:
una aproximación metodológica (**)*

1. INTRODUCCION

En las últimas décadas la agricultura europea ha experimentado un rápido proceso de modernización que ha seguido pautas relativamente similares en una gran variedad de áreas geográficas. La adopción de nuevas tecnologías ha tenido consecuencias decisivas en la sustitución de factores de producción y en las pautas de utilización del suelo agrario. En muchos casos la tierra se ha ido concentrando paulatinamente para dar lugar a explotaciones más grandes y progresivamente más mecanizadas y en otros casos las explotaciones se han dividido y fragmentado en unidades más pequeñas. Como consecuencia de este proceso, la agricultura familiar se ha hecho cada vez más dependiente de las posibilidades de encontrar fuentes adicionales de ingresos en los sectores no agrarios que proporcionen rentas complementarias a las rentas agrarias para las economías domésticas de las zonas rurales. La emigración de las zonas rurales a las zonas urbanas ha sido en

(*) Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias, Universidad Politécnica Madrid.

(**) Versión modificada y ampliada del artículo: «Modernization of Agriculture and Land Use Patterns: A Methodological Approach». Comisión de la CEE.

La autora agradece muy especialmente los valiosos comentarios a este artículo de los profesores Alain de Janvry (Universidad de California, Berkeley) y Jean Marc Boussard (I.N.R.A., París).

— Agricultura y Sociedad n.º 53 (Octubre-Diciembre 1989)

general intensa pero ha seguido tendencias diferentes en las distintas regiones y países y su evolución ha sido poco uniforme a lo largo del tiempo. La población activa dedicada a la agricultura se ha reducido notablemente y la participación de la producción agraria en la producción total ha disminuido paulatinamente a lo largo del proceso de crecimiento económico que han experimentado los países europeos.

Sin embargo, y a pesar de estas características relativamente similares, el proceso de modernización del sector agrario no ha estado determinado exclusivamente por su evolución temporal sino también por su dimensión espacial y ha seguido pautas específicas en áreas geográficas diferentes. En este sentido, la modernización de la agricultura ha dado lugar a una notable diversificación en el uso de la tierra, en la sustitución de factores de producción, en el grado de intensificación derivado de la adopción de tecnologías específicas y en los tipos de cultivos incluso en áreas homogéneas desde el punto de vista de las características físicas del suelo. Esta situación ha producido efectos marcadamente diferenciales entre regiones, e incluso en zonas de una misma región, sobre el acceso a la tierra, posibilidades de empleo y distribución de la renta.

2. HETEROGENEIDAD EN LA ADOPCION TECNOLOGICA Y EN EL PROCESO DE MODERNIZACION. EL CASO DE LA AGRICULTURA ANDALUZA

Es de sobra conocido, aunque no requiera una observación especialmente minuciosa, que una de las características más notables de la agricultura es precisamente su gran heterogeneidad. Esta peculiaridad ha sido analizada con detalle y discutida ampliamente tanto desde las perspectivas más teóricas como a través de situaciones reales y específicas.

Dentro de la variada agricultura europea, las zonas más homogéneas agrónomicamente, con una estructura agraria

relativamente uniforme y dotadas de una potencialidad productiva elevada, suelen presentar pautas muy homogéneas en la utilización de los recursos productivos y en el uso del suelo como resultado de un proceso modernizador y de adopción de innovaciones tecnológicas comparativamente uniforme.

No obstante, existen excepciones que por su escasez son ilustrativas. Entre ellas, un ejemplo que no deja de ser sorprendente, es la heterogeneidad destacada que presenta el proceso de modernización de la agricultura de regadío en algunas zonas de Andalucía. Esta región es de sobra conocida por su gran variedad en la producción agraria y sus 8 millones de has. aportan aproximadamente una sexta parte del total de las tierras labradas de los 50 millones de has. que hay en España y casi una cuarta parte del total de la producción agraria del país contribuyendo fundamentalmente a la producción vegetal. La población activa dedicada a la agricultura representa en esta región casi la cuarta parte del total (23 %), sustancialmente por encima de la media nacional (14 %). La población agraria andaluza se enfrenta a tasas de desempleo elevadas (33 %) también por encima de la media española (18 %) y más de la mitad de la población agraria desempleada de España está concentrada en esta región (60 %).

Durante las últimas décadas la agricultura de Andalucía ha experimentado, en general, transformaciones profundas en muchas zonas dando paso a una agricultura dinámica como resultado de la difusión de nuevas tecnologías, especialmente en la utilización del agua de riego, productos fitosanitarios, fertilizantes y semillas mejoradas. Asimismo se han desarrollado los canales comerciales que han abierto y ampliado el acceso a los mercados interiores y a los de exportación. Este proceso se ha acelerado considerablemente como consecuencia de la entrada de España a la CEE puesto que las condiciones agroclimáticas de algunas zonas de la región andaluza poseen una ventaja comparativa considerable en la producción de una gran variedad de frutas y hortalizas de modo que el acceso a los mercados europeos de exportación supone un incentivo importante para la expansión de este tipo de productos. Esta situación está a su vez acelerando y determinando la adopción

de nuevas tecnologías para la producción agraria. Qué tipo de innovaciones tecnológicas se han adoptado y se adoptarán en el futuro, con qué rapidez e intensidad y a qué tasa de difusión, qué factores de producción se han sustituido o complementado, y qué tipo de explotaciones han sido capaces de adoptar estas tecnologías y serán capaces de hacerlo en el futuro, son todos ellos factores que han tenido y tendrán enormes consecuencias para la tasa de crecimiento económico de la región, la creación de empleo y la distribución de la renta. Pero además, el avance tecnológico y la modernización de la agricultura en Andalucía y el desarrollo de su potencial productivo no va a afectar únicamente a las condiciones económicas y sociales de esta región. De hecho, va a afectar también a su ventaja comparativa con respecto a otras regiones tanto dentro como fuera de España, como por ejemplo otras áreas productoras de frutas y hortalizas de la CEE y de los países africanos ribereños del Mediterráneo.

La difusión de innovaciones tecnológicas en la agricultura andaluza se está produciendo, no obstante, de forma muy poco uniforme según las zonas y el tipo de explotación. De hecho este proceso está afectando de forma diversa no sólo a zonas distintas con marcadas diferencias en cuanto a sus condiciones agroclimáticas y de estructura agraria, sino también a zonas agronómicamente uniformes con potencialidad productiva semejante y estructura de las explotaciones relativamente similar. Esta peculiaridad de algunas zonas de Andalucía hace que esta región tenga rasgos diferenciales con respecto a otras zonas productivas europeas que proporcionan una base de indudable interés para el trabajo empírico.

Para estudiar la heterogeneidad en la adopción de innovaciones en la agricultura andaluza, se han seleccionado dos zonas cada una de ellas con una extensión aproximada de 300.000 has. y con una gran parte de su superficie dedicada a cultivos de regadío que es precisamente donde se produce una variabilidad más acusada. Se han seleccionado estas zonas porque existen en ellas diferencias marcadas en cuanto a la utilización de tecnologías específicas, grado de intensificación en el uso de factores de producción, tipos

de cultivos y dimensión de las explotaciones. Una de ellas se extiende a lo largo del valle del Guadalquivir en la provincia de Sevilla y la otra a lo largo de la provincia de Huelva (1). La primera comprende cuatro comarcas con un total de treinta términos municipales que abarcan más de la mitad de las tierras de regadío de la provincia de Sevilla, casi la mitad de las plantaciones de frutales y cultivos hortícolas de la provincia y casi una cuarta parte de las plantaciones de cítricos de toda Andalucía. Esta zona se caracteriza por una estructura de la propiedad relativamente concentrada en explotaciones de mayor tamaño, con elevados índices de mecanización, escasa utilización de mano de obra por ha. y elevadas tasas de desempleo agrario. La segunda zona objeto de estudio comprende tres comarcas con un total de veinte términos municipales y, aunque de mayor extensión total que la primera, posee una superficie casi dos veces menor de tierras labradas y tres cuartas partes de la superficie total de regadío de la provincia de Huelva. En esta zona la propiedad de la tierra está concentrada en explotaciones en general de menor tamaño, con un índice de mecanización bajo, utilización más elevada de mano de obra por ha. que además representa más de la mitad de toda la mano de obra utilizada en la provincia y con una tasa de desempleo agrario casi la mitad de la de la zona de Sevilla. Esta zona está fundamentalmente dedicada al cultivo hortícola y comprende la mayor parte de la superficie de la provincia dedicada a producciones hortofrutícolas.

3. HETEROGENEIDAD EN LA ADOPCION TECNOLOGICA: UN MODELO EXPLICATIVO

3.1. Modelo Teórico

Existen numerosos trabajos dentro de la literatura especializada que, desde aproximaciones metodológicas diversas, intentan explicar y discutir las causas de la heterogeneidad de la agricultura, las diferencias en el uso de la tierra y en la dimensión de las

(1) Ver datos en el apéndice.

explotaciones agrarias, en la intensidad de utilización de los factores de producción y en la tendencia a la sustitución de unos factores por otros.

El *modelo teórico propuesto por Boussard (1985)* para explicar la heterogeneidad entre explotaciones de distinto tamaño y distintas tecnologías productivas, es sin duda una contribución valiosa para el análisis de la heterogeneidad en el uso de la tierra según los distintos tamaños de explotación como consecuencia de las diferencias en la adopción de tecnologías, grado de intensificación en la utilización de factores productivos, sustitución de factores y tipos de cultivos.

El modelo propone que es posible definir estructuras óptimas de explotación como resultado de la aplicación directa de la teoría de la producción. Sin embargo, la existencia de estructuras óptimas de explotación no implica necesariamente que las explotaciones sean homogéneas. Bien al contrario, las explotaciones son técnicamente heterogéneas y de hecho las empresas agrarias se enfrentan al uso diferenciado de tecnologías y técnicas de cultivo diferentes para un nivel de producción dado. Este fenómeno es consecuencia de que la estructura de las explotaciones depende del sistema de precios. No obstante, cuando un empresario agrario individual planifica su estrategia a lo largo de un horizonte suficientemente lejano tenderá a acercarse dinámicamente a una estructura óptima de explotación independientemente de la función de utilidad que quiera maximizar y únicamente dependiente de su función de producción. En este sentido, la heterogeneidad de las unidades de explotación existe incluso en el caso en que los distintos agricultores-productores tengan la misma función objetivo pero sujeta a restricciones diferentes derivadas de la función de producción.

El modelo se basa en el comportamiento de un productor individual que maximiza su renta con la restricción de la función de producción y puede resumirse de la forma siguiente (Boussard 1985, p. 533).

$$\begin{array}{ll} \text{Max.} & F = pq - xy \\ \text{Restricc.} & f(q, y, z) \leq 0 \end{array}$$

Donde:

q = vector de producción

y = vector de inputs

z = vector columna de cantidades de inputs fijos

(p, x) = vector de precios de productos y de inputs respectivamente

f = función de producción

El modelo establece que si un elemento de z es fijo en z^*K la función objetivo F tiene una solución única \hat{q} , \hat{y} , \hat{z} y el vector \hat{s} , $= \hat{z}_r/z_r$ es la estructura óptima. Dicha estructura es función de los precios de modo que una variación del vector de precios, como por ejemplo, un cambio en los precios de los productos o en los precios de los inputs, implicará una variación en la estructura óptima que a su vez dará lugar a las diferentes estructuras óptimas de explotación que se dan en la realidad.

Cuando este tipo de análisis y de modelización intenta aplicarse a la realidad del sector agrario, el propio autor indica la conveniencia de tomar en consideración elementos adicionales que sin duda complican el panorama. Estos son, por ejemplo, la adopción de nuevas tecnologías que modifican el proceso de ajuste hacia el equilibrio y la distinta capacidad de los agricultores para asumir el riesgo que conlleva la toma de decisiones en sus empresas agrarias. (Ambos elementos son sin duda esenciales para explicar la heterogeneidad de las explotaciones agrarias.)

La *teoría de la adopción de innovaciones tecnológicas* se desarrolló con el propósito de explicar la dirección y el sesgo del cambio tecnológico así como la rapidez con la que dicho cambio se producía como respuesta al impacto de las fuerzas del mercado sobre las decisiones de maximización del beneficio de los empresarios y de las instituciones públicas (de Janvry et al.). La aplicación de esta teoría al ámbito del sector agrario se circunscribe originalmente al modelo teórico básico de Hayami y Ruttan y a las aplicaciones empíricas derivadas del mismo así como a las contribuciones posteriores dentro de la misma línea desarrolladas por diversos autores (Ruttan y Thirtle).

Esta teoría establece la distinción entre tecnologías ahorradoras de tierra, como fertilizantes, semillas mejoradas o regadíos que aumentan la producción por unidad de tierra, y las tecnologías ahorradoras de trabajo como la maquinaria que aumentan la productividad del factor trabajo y aumentan la utilización del factor tierra por unidad de mano de obra. Basándose en la hipótesis de que existen mercados perfectos para productos y factores y de que las unidades de decisión (empresarios o instituciones públicas) son neutras al riesgo, la dirección en la que se produce la adopción de tecnologías es función de los precios relativos de los factores de producción de modo que dicha adopción introduce un sesgo en la sustitución de factores hacia aquellos relativamente menos caros.

Los trabajos empíricos que sustentan esta teoría son numerosos (Binswanger y Ruttan, Ruttan y Thirtle) pero aún quedan cuestiones sin resolver (como la correlación positiva que aparece entre los ratios de cantidades tierra/trabajo y los ratios de precios tierra/trabajo) que han dado lugar a críticas y modificaciones de la teoría original (de Janvry et al.). De acuerdo con el análisis de Janvry, el sesgo observado en los trabajos empíricos hacia la adopción de tecnologías ahorradoras de trabajo con respecto a tecnologías ahorradoras de tierra puede explicarse por el cambio que se ha producido en la estructura agraria como consecuencia de la ampliación del tamaño de las unidades de explotación. Este fenómeno está a su vez relacionado con la existencia de *costes de transacción* en el acceso a la tierra y al trabajo asalariado que precisa supervisión y control para que su productividad se acerque a la del trabajo familiar y que por consiguiente aumenta el coste real del factor trabajo en las explotaciones de mayor tamaño. La incertidumbre que supone la utilización de trabajo asalariado y las ineficiencias derivadas de la existencia de imperfecciones en los mercados bajo la forma de costes de transacción (Hayami) explica por tanto las diferencias en los precios reales de los factores de producción y por lo tanto en el sesgo que aparece en la sustitución de factores y en la adopción de tecnologías específicas (de Janvry et al.).

Siguiendo esta línea de razonamiento en su vertiente

macroeconómica, otro de los temas que aún quedan sin resolver en el modelo original de adopción tecnológica de Hayami y Ruttan es el no haber considerado la inclusión de prácticas de acción colectiva que indudablemente introducen un sesgo considerable en la toma de decisiones para la asignación de recursos públicos. Entre estos están, por ejemplo, los fondos destinados a la investigación para la producción de bienes públicos por parte del estado como las innovaciones tecnológicas (de Janvry et al.).

El modelo propuesto por de Janvry et al., que incorpora imperfecciones de mercado a la teoría original de adopción de tecnologías, considera costes de transacción relacionados con el acceso al mercado de trabajo y al mercado de la tierra. Estos costes de transacción se definen como variaciones, a nivel de explotación, de los precios de los inputs tierra y trabajo y son considerados como restricciones del modelo mientras que los precios de los productos y de las tecnologías ahorradoras de tierra y trabajo permanecen constantes. El modelo está concebido como un modelo de maximización de beneficio, con unidades de decisión correspondientes a explotaciones agrarias individuales y con una restricción de crédito que determina el nivel de producción. El gasto total en factores de producción (trabajo, tierra, capital ahorrador de trabajo —maquinaria—, capital ahorrador de tierra —fertilizantes—) está sujeto a la restricción de la disponibilidad de crédito. El acceso al crédito es a su vez función de la propiedad de la tierra o del tamaño de la explotación que posee en propiedad el agricultor, ya que el activo patrimonial es la forma más usual de garantía para la obtención de crédito.

De forma resumida, el problema al que se enfrenta el agricultor es el siguiente (de Janvry et al. p. 12):

$$\text{Max}_{A, L, F, M} p Q(A, L, F, M; E_F, E_M) - (1+\lambda)(rA + wL + fF + mM) + \lambda K$$

$$\text{Restricc. } \begin{array}{ll} w = w(L), & w' > 0, w'' < 0 \\ r = r(A), & r' < 0, r'' > 0 \end{array}$$

El nivel óptimo de utilización de factores es:

$$A, L, F, M = f(p, f, m, \bar{A}, E_i, i = F, M)$$

Donde:

p = precios de los productos

Q = producción

A = tierra

L = trabajo

F = capital ahorrador de tierra (fertilizante)

M = capital ahorrador de trabajo (maquinaria)

E_i = parámetros de eficiencia, $i = F, M$

r, w, f, m = precios de A, L, F, M respectivamente

K = crédito

\bar{A} = tamaño de la unidad de propiedad

$K(\bar{A})$ = restricción de crédito

El modelo sugiere que la demanda de tecnologías está sesgada de acuerdo con el tamaño de la explotación, de modo que grupos de explotaciones de tamaños distintos demandarán innovaciones tecnológicas diferentes y contrapuestas, muchas veces en conflicto unas con otras. Por consiguiente, la sustitución de factores o el ratio entre factores variará en función del tamaño de la explotación de modo que a medida que éste aumenta se utilizará una cantidad menor de fertilizantes y de trabajo por ha. y una cantidad mayor de maquinaria por unidad de trabajo. Por tanto, el sesgo en la sustitución de factores se producirá en favor de la maquinaria cuando aumenta el tamaño de la explotación (bajo el supuesto de una asignación óptima de recursos públicos para fondos de investigación), lo cual significa que en presencia de fallos de mercado y de desigualdades en la distribución de la propiedad de la tierra puede explicarse, al menos parcialmente, el sesgo hacia la adopción de innovaciones en maquinaria observado en las explotaciones de mayor tamaño.

Existen otros modelos que se basan también en la incorporación de costes de transacción como fallos de mercado para explicar la heterogeneidad del uso de la tierra y las diferencias en la adopción de tecnologías.

El modelo de Eswaran y Kotwal incluye costes de transacción para el trabajo y el crédito que son considerados como restricciones en un modelo de maximización de la función de utilidad de un

empresario agrario individual que toma la decisión de cultivar la tierra en una situación de neutralidad con respecto al riesgo. Basándose en el supuesto de que la función de utilidad es independiente del tamaño de la explotación (Boussard), la heterogeneidad en el uso de la tierra aparece en el modelo al alcanzar actividades óptimas de explotación de la tierra (en función del uso del factor trabajo) a distintos niveles de utilización de capital (en función del uso del crédito).

La restricción del uso de mano de obra, o los costes de transacción derivados del acceso al mercado de trabajo, se define como función de la supervisión del trabajo asalariado necesaria en la explotación y como función del trabajo que el agricultor realiza fuera de la explotación, es decir del número de horas de trabajo que vende en el mercado de trabajo. Esto, a su vez, depende del tamaño de la explotación puesto que las explotaciones más grandes necesitan contratar trabajo asalariado y por ello están sujetas al azar moral que se deriva de dicha contratación y necesitan, por consiguiente, supervisar el trabajo asalariado para igualar la eficiencia de una unidad de trabajo asalariado a la de una unidad de trabajo familiar (de Janvry). La restricción del crédito, o los costes de transacción que se derivan del acceso al mercado del crédito, se define como una restricción de capital circulante que es función, a su vez, de la cantidad de tierra que el agricultor tiene en propiedad puesto que el patrimonio en tierra es en general la forma más usual de garantía que utiliza el agricultor para la obtención de créditos. La distribución de la propiedad de la tierra está considerada en este modelo como una variable explicativa de las diferencias en la elección de tecnologías y en el uso de la tierra igual que en el modelo de de Janvry et al.

De forma resumida, el problema que se le plantea al agricultor es el siguiente (Eswaran y Kotwal p. 485):

$$\text{Max}_{R, h, L} P\beta f(h, 1 + L) + wt - v(h - \bar{h}) - wL - K + u(R)$$

$$\begin{aligned} \text{Restricc.} \quad & B + wt \geq vh + wL, \\ & 1 \equiv 1 - R - T - s(L) \geq 0 \quad (L \geq 0, t \geq 0) \\ & B = \bar{B} - K + v\bar{h} \end{aligned}$$

Donde:

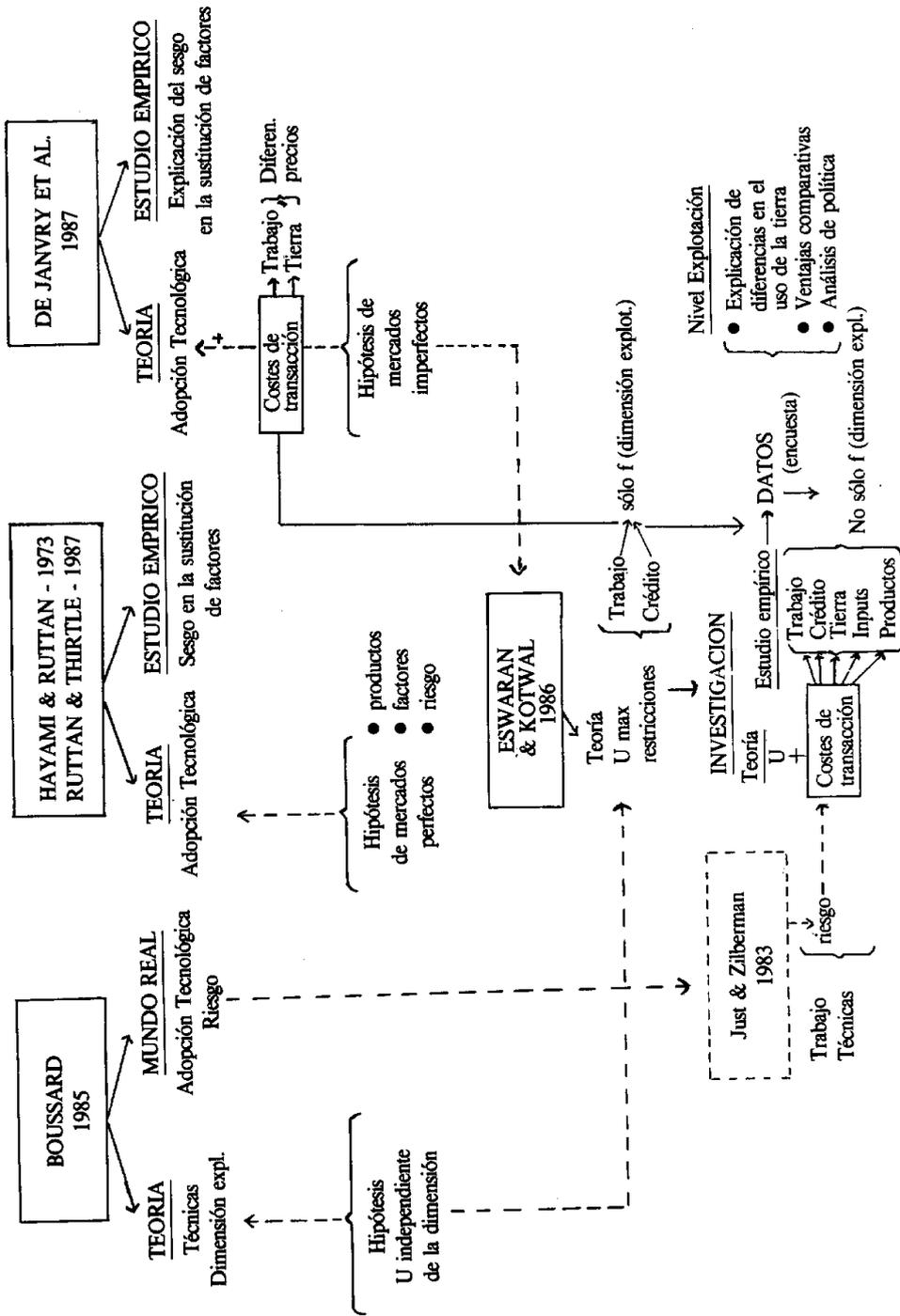
- h = tierra
- l = trabajo en la explotación
- L = trabajo asalariado (contratado en la explotación)
- t = horas de trabajo vendidas en el mercado de trabajo (contratado fuera de la explotación)
- v = precio de la tierra
- w = precio del trabajo
- K = coste de puesta en funcionamiento
- R = ocio
- B = capital circulante (disponible)
- \bar{B} = capital circulante (acceso a)
- \bar{h} = tierra en propiedad
- β = factor de descuento por campaña agrícola
- s(L) = función de supervisión

En el cuadro de la página 257 se muestran resumidas las líneas principales de la metodología utilizada para analizar la adopción de tecnologías y la heterogeneidad de las explotaciones agrarias.

Tanto el modelo de Hayami y Ruttan como el de de Janvry et al. analizan el problema de la adopción tecnológica y por lo tanto el de la sustitución de factores como mecanismo de diferenciación de explotaciones agrarias. El trabajo original de Hayami y Ruttan está basado en la hipótesis de la existencia de mercados perfectos para productos y factores, hipótesis que se relaja posteriormente en el modelo de de Janvry que basa todo su razonamiento teórico en la presencia de imperfecciones y fallos de mercado que toman la forma de costes de transacción. Estos costes se incluyen en el mercado de factores y se definen para el trabajo y la tierra con el objeto de explicar el sesgo que se observa en la sustitución de factores y que aparece en los resultados de los trabajos empíricos sobre adopción de innovaciones tecnológicas basados en el modelo original de Hayami y Ruttan.

El modelo de Eswaran y Kotwal coincide con el de de Janvry porque también se basa en la hipótesis de la existencia de imperfecciones y fallos de mercado en forma de costes de transacción, en este caso para el trabajo y el crédito. Asimismo,

ADOPCIÓN TECNOLÓGICA HETEROGENEIDAD Y USO DE LA TIERRA



este modelo coincide con el de Boussard al partir ambos de la hipótesis de la existencia de una función objetivo o función de utilidad única e independiente del tamaño de la explotación de la que se deriva la heterogeneidad en el uso de la tierra.

La investigación que aquí estamos planteando se basa fundamentalmente en los modelos de de Janvry y de Eswaran puesto que la existencia de fallos e imperfecciones en los mercados que afectan a la actividad agraria puede considerarse como una de las causas de diferenciación de las explotaciones agrarias. Estas imperfecciones, definidas como costes de transacción, aparecen en los mercados de trabajo, crédito, tierra, factores de producción y productos y son las responsables de las diferencias en los precios reales a los que se enfrentan los agricultores y por consiguiente de las diferencias en la adopción de tecnologías y en las pautas de uso de la tierra. Asimismo, las diferencias en la capacidad que tienen los agricultores para asumir el riesgo de su actividad empresarial se considera un factor determinante en la explicación de la heterogeneidad de las explotaciones agrarias y por ello es necesario incorporar en las restricciones del modelo un elemento que defina el riesgo como propone el estudio de Boussard y como aparece en el análisis de Just y Zilberman.

3.2. Aplicación al estudio del caso de la agricultura andaluza

El marco teórico que acabamos de explicar constituye la base fundamental en la que se sustenta el modelo que intenta construirse con el objeto de explicar la heterogeneidad observada en las pautas de utilización de la tierra y tecnologías diversas en las explotaciones agrarias de las dos comarcas de Andalucía cuyas características se expusieron en el capítulo anterior.

La incorporación de costes de transacción en los modelos de adopción de innovaciones tecnológicas se hace con la intención de representar los fallos de los mercados y sus imperfecciones y ajustarse por tanto más a la realidad del sector agrario. En este sentido, este tipo de modelizaciones tienen un fundamento teórico

sólido y además tratan de dar una explicación a los resultados de los estudios empíricos que en su mayoría no se ajustaban a las previsiones de los modelos originales que partían del supuesto de la existencia de mercados perfectos para factores y productos. En el caso concreto que aquí nos ocupa, parece indudable que un buen punto de partida para estudiar las diferencias en el uso de la tierra en Andalucía es precisamente este tipo de aproximación metodológica. Es decir, la inclusión de imperfecciones en los mercados en forma de costes de transacción en un modelo que intente explicar, al menos parcialmente, la heterogeneidad en el proceso de modernización de las explotaciones de regadío de estas dos comarcas andaluzas, parece razonablemente consistente con el conocimiento de la realidad agraria de estas zonas. Sin embargo, hay que detenerse a considerar algunas aclaraciones importantes:

a) *Las conclusiones* del modelo de adopción tecnológica con costes de transacción en trabajo y tierra (de Janvry et al.) explican el sesgo hacia la adopción de tecnologías ahorradoras de trabajo en las explotaciones grandes, de modo que las explotaciones de mayor tamaño tenderán a invertir en este tipo de tecnologías (mecanización) mientras que las explotaciones más pequeñas lo harán en tecnologías ahorradoras de tierra (fertilizantes, semillas mejoradas, etc.). No obstante, esta conclusión, que se basa esencialmente en el tamaño de la explotación, no parece explicar de forma convincente la realidad que se observa en las explotaciones de regadío de las dos comarcas andaluzas objeto de este estudio y que en líneas generales siguen dos tendencias relativamente contrapuestas independientemente de su tamaño. De hecho, en la provincia de Sevilla, donde las explotaciones grandes son relativamente numerosas, existe entre ellas marcados signos de diferenciación en cuanto al tipo de tecnología utilizada y por tanto al grado de intensificación en el uso de factores de producción y en las pautas de uso del suelo y tipos de cultivos. Existen en esta comarca explotaciones grandes de regadío muy modernizadas que producen una gran variedad de cosechas, sobre todo productos hortofrutícolas, con un uso intensivo de fertilizantes y semillas mejoradas y un uso intensivo de tierra (varias cosechas al año) y de mano de obra por ha. Este tipo de explotaciones coexisten y

muchas veces lindan incluso con otras de tamaño similar que no han sufrido un proceso de modernización de estas características, son mucho más tradicionales, utilizan mucho más extensivamente la tierra, están en general muy mecanizadas, producen cultivos más tradicionales como trigo, algodón y remolacha con un nivel bajo de utilización de mano de obra por ha.

Una *hipótesis explicativa* de esta realidad es que efectivamente existen imperfecciones en los mercados en forma de costes de transacción tanto para los factores como para los productos y que son los responsables de las diferencias efectivas de precios que afectan a los distintos agricultores. Sin embargo estos costes de transacción no dependen exclusivamente del tamaño de la explotación, o mejor dicho de la distribución de la propiedad de la tierra o del patrimonio en tierra que posee el agricultor sino que dependen también de otros factores. Estos factores determinantes de los costes de transacción y por tanto de las diferencias de precios reales son tales como los canales de acceso al mercado de trabajo, de la tierra, del crédito y de los diversos inputs productivos, el grado de integración vertical en el proceso productivo, el papel de los sindicatos agrarios y de las distintas afiliaciones políticas así como de los convenios colectivos y acción colectiva que de ellos se derive, el acceso a los canales comerciales y de exportación de productos y en general el papel de las instituciones que es crucial para determinar las diferencias en el proceso de modernización que se observan en la agricultura de estas dos comarcas andaluzas.

b) *El modelo teórico* para esta investigación puede diseñarse siguiendo básicamente el modelo de Eswaran y Kotwal. No obstante, en este modelo los costes de transacción para trabajo y crédito están definidos de forma relativamente arbitraria y tan sólo como función de la cantidad de tierra en propiedad que posee el agricultor. Las modificaciones pertinentes a este modelo incluyen la definición de los costes de transacción de forma más sustentada. Por un lado, es necesario incluir costes de transacción para trabajo, tierra, crédito, factores de producción ahorradores de trabajo (maquinaria) factores de producción ahorradores de tierra (regadío, fertilizantes, semillas mejoradas) y productos. Por otro

lado, estos costes de transacción no pueden definirse como función exclusivamente del tamaño de la explotación o del patrimonio en tierra sino que dependen de otra serie de factores determinantes como los que acaban de mencionarse y que deben tenerse en cuenta a la hora de su definición en el modelo.

c) Teniendo en cuenta lo que acaba de expresarse en los puntos anteriores, es necesario que para esta investigación se generen dos *fuentes de información* o dos bancos de datos necesarios para el análisis de estas dos comarcas.

— Un conjunto de datos sobre *costes de producción* al nivel de explotación agraria en las dos comarcas. Estos datos son el resultado del cruce y la elaboración de la información existente sobre datos de tamaños de explotación, cultivos y producciones y datos sobre costes de producción por productos.

— Un segundo conjunto de datos sobre *costes de transacción* también al nivel de explotación. Los costes de transacción sobre los cuales se necesita obtener información son: tierra, trabajo, crédito, inputs (ahorradores de tierra como fertilizantes, fitosanitarios y semillas mejoradas, ahorradores de trabajo como maquinaria, y otros tipos como utilización de agua y energía) y productos. Estos costes de transacción pueden tomar la forma de diferencias en los precios efectivos o precios reales que afectan al agricultor (como por ejemplo, el coste más elevado de la mano de obra en función de la necesidad de supervisión) o bien tomar la forma de restricciones cuantitativas (como por ejemplo, el racionamiento del crédito, el acceso limitado a bienes de capital como cierto tipo de semillas mejoradas, fertilizantes o maquinaria específica). Esta información sobre costes de transacción debe configurarse a través de los resultados de un trabajo de campo o *encuesta de costes de transacción* realizada para una muestra representativa de explotaciones de las dos comarcas objeto de estudio.

Estudiar los costes de transacción que se producen en las empresas agrarias tiene como objeto el identificar aquellos elementos que determinan los precios efectivos de los factores de producción y de los productos y de cómo varían éstos según los

tipos y características de las explotaciones. Es decir, el objetivo fundamental de esta encuesta es tratar de averiguar las razones por las cuales empresas agrarias diferentes se enfrentan a precios reales diferentes para sus factores de producción y para sus productos. Y si estas diferencias se producen en virtud de la diversidad de las formas de contratación, de las fuentes de información, de los canales de acceso al crédito, a los factores y a los canales comerciales.

La estructura de los costes de transacción se ha identificado tradicionalmente, como ya hemos señalado, con la dimensión de la explotación sobre todo en el caso de la agricultura familiar donde el coste real de la mano de obra aumenta a medida que aumenta el tamaño de la explotación mientras que el del crédito y la tierra disminuyen (de Janvry). No obstante en las explotaciones agrarias más grandes que recurren esencialmente a trabajo asalariado y que pueden considerarse como empresas agrarias comerciales, es muy probable que los costes de transacción en los que incurren dichas empresas tengan una estructura definida por toda una serie de elementos distintos al tamaño de la explotación, o más concretamente al valor del activo patrimonial agrario. Estos elementos pueden considerarse como variables exógenas de modo que la encuesta de costes de transacción esté diseñada para identificar como estos costes varían con variables exógenas distintas al tamaño de la explotación tales como:

- características de la explotación (propiedad, arrendamiento, etc.)
 - características del agricultor (tamaño de la familia, trabajo a tiempo parcial, rentas extra-agrarias, etc.)
 - características del trabajo y del empleo (familiar, asalariado, concentración estacional, tipo de contrato)
 - pertenencia a organizaciones como cooperativas (producción y ventas), sindicatos, organizaciones profesionales, etc.
 - integración vertical
-

-
- integración y acceso en los canales comerciales y de exportación
 - canales a través de los cuales se produce el acceso a la tierra, trabajo, crédito, inputs y venta de productos; información, transparencia y grado de monopolio en dicho acceso (p.e. monopolio de acceso a ciertas semillas mejoradas y plantas para la producción de determinadas cosechas para el mercado de exportación)
 - papel de las instituciones y legislación en el acceso al trabajo, tierra, crédito inputs y productos.

d) Los resultados de la encuesta servirán para poder identificar y especificar de forma más completa la estructura de los costes de transacción y no únicamente como función de la distribución de la propiedad de la tierra. Estos resultados servirán para modelizar diversos tipos de explotaciones agrarias que lleve a caracterizar, junto con los costes de producción, la estructura real de costes de las empresas agrarias. De esta forma se puede llegar a definir un modelo más completo que permita explicar la heterogeneidad observada en las explotaciones agrarias de la zona de estudio en su nivel de modernización, adopción de tecnología y uso de la tierra y tipos de cultivos.

e) Finalmente la metodología de la investigación tendrá en cuenta la posibilidad de utilización de sus resultados para el análisis de política agraria. Es sin duda particularmente importante dedicar atención especial al análisis de las pautas de modernización y al grado de intensificación en la utilización de los recursos productivos (especialmente a la capacidad de creación de empleo) de las explotaciones agrarias de estas dos comarcas de Andalucía, una región con un gran potencial productivo, en el contexto de las reformas de la Política Agrícola Común y de la política estructural específica de la región (¿qué contradicciones existen?). Es también importante poder llegar a analizar qué tipo de explotaciones tiene una clara ventaja comparativa considerando las características regionales de Andalucía en general y de la zona objeto de estudio en particular por su alto potencial productivo dentro de la agricultura de la CEE. Y en este sentido, cual es por tanto el papel

de las instituciones para dirigir y determinar las pautas en el uso de la tierra, tipos de cosechas que deben fomentarse, tipo de tecnologías que deben adoptarse y por consiguiente cual debería ser según este esquema de análisis la asignación óptima de recursos públicos para aumentar la disponibilidad, la difusión y la adopción de dichas innovaciones tecnológicas.

PROVINCIA DE SEVILLA

(Superficie y empleo, 1985)

COMARCA	Sup. Has.	Sup. Labrada Has.	Sup. Regadío Has.	% Sup. Regadío	Nº DE EXPLOTACIONES HAS. DE SAU				Unid. Trabajo Año	UTA / 100 Has.Sau	Población Activa en Agricultura %	Tasa de Desempleo Agrario %
					0-5	5,1 - 20	20,1 - 60	> 100				
Lora del Río (5 TM)	70.690	43.516	14.031	32,2	596	836	360	99	2.133	4,9	54,5	42,5
Cantillana (5 TM)	33.410	17.121	13.513	79,0	740	402	143	35	1.976	11,5	43,4	25,2
La Rinconada (2 TM)	22.090	17.299	16.624	83,7	515	266	139	134	1.921	11,1	26,6	22,7
Sevilla (16 TM)	82.860	41.569	27.927	65,5	1.437	805	414	76	3.868	9,3	11,7	23,6
Lebrija (2 TM)	62.640	42.851	30.232	60,0	636	1.507	177	62	4.388	10,24	41,4	44,2
TOTAL COMARCAS SEVILLA	271.690	162.356	102.327	63,0	3.924	3.816	1.233	406	14.286	9,4	38,0	32,0
TOTAL SEVILLA PROVINCIA	1.400.650	802.326	162.614	20,0	17.168	12.570	5.720	2.320	46.205			
Comarca / Provincia %	15	15	63						31			
TOTAL ANDALUCIA	8.726.800	3.632.300	481.900		238.225	92.481	34.641	11.758			23,4	33,0
TOTAL ESPAÑA	50.475.000	18.117.700	2.382.400								14,5	18,3

TM = Términos Municipales.
Fuente: Elaboración propia a partir del Anuario Estadístico de Andalucía 1985 (Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía) y de Características Socioeconómicas de las Comarcas Andaluzas (Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía).

PROVINCIA DE HUELVA
(Superficie y empleo, 1985)

COMARCA	Sup. Has.	Sup. Labrada Has.	Sup. Regadío Has.	% Sup. Regadío	Nº DE EXPLOTACIONES HAS. DE SAU				Unid. Trabajo Año	UTA / 100 Has.Sau	Población Activa en Agricultura %	Tasa de Desempleo Agrario %
					0-5	5,1 - 20	20,1 - 60	> 100				
La Costa (6 TM)	68.560	17.110	4.641	27,63	1.657	701	83	18	1.514	8,8	40,8	18,3
Doñana (5 TM)	130.390	21.534	4.817	28,51	4.055	621	137	24	3.282	15,24	54,8	15,1
Huelva (9 TM)	119.000	33.484	3.263	9,7	2.917	807	228	55	2.553	7,62	23,9	22,2
TOTAL COMARCAS HUELVA	317.950	72.128	12.721	20,0	8.629	2.129	448	97	7.349	10,52	40,0	18,5
TOTAL HUELVA PROVINCIA	1.008.460	232.116	16.816	7,3	16.477	5.600	2.298	1.190	16.151			
Comarca / Provincia	32 %	31 %	75 %						46 %			

TM = Términos Municipales.

Fuente: Elaboración propia a partir del Anuario Estadístico de Andalucía 1985 (Consejería de Economía y Hacienda. Junta de Andalucía) y de Características Socioeconómicas de las Comarcas Andaluzas (Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía).

PROVINCIA DE SEVILLA
(Cultivos Has., 1985)

COMARCA	CEREALES	CULTIVOS INDUS.	OLIVAR Y OTROS	HORTALIZAS	FLORES Y PLANTAS	CITRICOS	FRUTALES	MAQUINARIA AGRICOLA
Lora del Río	16.209	10.816	15.505	2.076	—	1.066	280	
Cantillana	8.966	3.199	2.052	1.155	—	1.844	899	
La Rinconada	7.329	3.942	1.487	1.870	70	1.822	581	
Sevilla	25.430	4.842	6.844	1.158	12	2.235	429	
Lebrija	18.249	20.321	559	219	—	32	12	
TOTAL COMARCAS SEVILLA	76.183	43.120	26.447	6.478	82	6.999	2.201	
TOTAL SEVILLA PROVINCIA	337.690	239.521	184.665	15.771		15.440	4.670	30.877
% COMARCA PROVINCIA	23	18	14	41		45	47	
ANDALUCIA	1.122.141	589.458	1.196.336	106.784	626	32.396	154.486	137.751

Fuente: Elaboración propia a partir del Anuario Estadístico de Andalucía 1985 (Consejería de Economía y Hacienda. Junta de Andalucía) y de Características Socioeconómicas de las Comarcas Andaluzas (Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía).

PROVINCIA DE SEVILLA

(Cultivos Has., 1985)

COMARCA	CEREALES	CULTIVOS INDUS.	OLIVAR Y OTROS	HORTALIZAS	FLORES Y PLANTAS	CITRICOS	FRUTALES	MAQUINARIA AGRICOLA
La Costa	1.641	255	1.087	2.743	2	3.054	3.977	
Doñana	2.390	1.329	4.542	1.472	—	946	510	
Huelva	8.455	13.524	6.094	2.651	9	735	2.965	
TOTAL COMARCAS HUELVA	12.486	15.108	11.723	6.866	11	3.735	7.452	
TOTAL HUELVA PROVINCIA	32.246			9.581		4.921	10.664	7.777
% COMARCAS PROVINCIA	39 %			72 %		76 %	70 %	

Fuente: Elaboración propia a partir del Anuario Estadístico de Andalucía 1985 (Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía) y de Características Socioeconómicas de las Comarcas Andaluzas (Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía).

Bibliografía

- BINSWANGER, H. and RUTTAN, V. eds. (1978): *Induced Innovations: Technology, Institutions and Development* (John Hopkins University Press, Baltimore).
- BOUSSARD, J. M. (1985): «Environment and Structural Heterogeneity in Agriculture» en *Agriculture in a Turbulent World Economy*, Proceedings del 19 Congreso Internacional de Economistas Agrarios. Málaga, España (Institute of Agricultural Economics, Oxford. Gower Publishing Company, Aldershot U.K.).
- BOUSSARD, J. M. (1988): «On Agricultural Production Functions» Ponencia presentada en el seminario de la Asociación Europea de Economistas Agrarios. Bonn, April 13-14.
- ESWARAN, M. and KOTWAL, A. (1986): «Access to Capital and Agrarian Production Organisation» *The Economic Journal*, vol. 96, n.º 382, pp. 482-498.
- DE JANVRY, A. (1986): «Land Ownership and Economic Development» Ponencia presentada en el seminario: El mercado y los precios de la tierra: Análisis y políticas de intervención. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Sevilla, España. Versión en español de este artículo en Varela-Ortega, C. ed. *El Mercado y los Precios de la Tierra: Funcionamiento y Mecanismos de Intervención* (Instituto de Estudios Agrarios, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España (en prensa).
- DE JANVRY, A., SADOULET, E. and FAFCHAMPS, M. (1987): «Agrarian Structure, Technological Innovations and the State» Working Paper n.º 442, Department of Agricultural Economics. University of California, Berkely. Artículo preparado para: Bardhan, P. ed. *The Economic Theory of Agrarian Institutions*.
- HAYAMI, Y. and RUTTAN, V. (1985): *Agricultural Development: An International Perspective* (The John Hopkins University Press, Baltimore).
- HAYAMI, Y. (1988): «Community, Market and the State». Elmhirst Memorial Lecture. 20 Congreso Internacional de Economistas Agrarios. Buenos Aires, Argentina.
-

-
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1985 a): Consejería de Economía y Hacienda. Anuario Estadístico de Andalucía, 1985.
- (1985 b): Consejería de Agricultura y Pesca. La Agricultura y la Pesca en 1985.
- (1987): Consejería de Obras Públicas y Transportes. Características Socioeconómicas de las Comarcas Andaluzas.
- JUST, R. and ZILBERMAN, D. (1983): Stochastic Structure, Farm Size and Technological Adoption in Developing Agriculture», *Oxford Economic Papers*, vol. 35, n.º 4, pp. 307-328.
- NUGENT, J. (1986): «Applications of the Theory of Transaction Costs and Collective Action to Development Problems and Policy». Ponencia presentada para el seminario: Conference on the Role of Institutions in Economic Development. Cornell University.
- RUTTAN, V. and THIRTLE, C. (1987): «The Economics of Technical Innovations». Ponencia presentada en el Segundo Congreso Mundial Vasco. Bilbao, España.
- THIRTLE, C. and RUTTAN, V. (1987): *The Role of Demand and Supply in the Generation and Diffusion of Technical Change* (Hardwood Academic Publishers, Londres).
- VARELA ORTEGA, C. (1988): «Modernization of Agriculture and Land Use Patterns: A Methodological Approach». Ponencia presentada en el Seminario: Economic Criteria for the Evaluation of Future Land Use. Comisión de la CEE. Bruselas, 8-9 Marzo. Artículo en los proceedings de dicho seminario, Col. Agriculture, Commission of the European Communities, Office for Official Publications, Luxemburgo (en prensa).

RESUMEN

El proceso de modernización que ha experimentado la agricultura europea en las últimas décadas ha seguido, por un lado, pautas relativamente similares pero por otro lado ha seguido tendencias específicas y diversas en áreas geográficas diferentes. Las diferencias en la adopción de tecnologías, sustitución de factores y uso de la tierra dan lugar a una marcada heterogeneidad en el proceso modernizador incluso en zonas de similares características agroclimáticas, estructura agraria y potencial productivo. En este trabajo se presenta una propuesta metodológica para estudiar la heterogeneidad en el proceso de modernización y adopción tecnológica en dos

zonas de regadío de Andalucía que muestran una variabilidad notablemente aparente y por tanto son especialmente ilustrativas para los estudios empíricos. La mayoría de los trabajos sobre adopción tecnológica en agricultura están basados en los modelos originales que parten de la existencia de mercados perfectos para productos y factores. No obstante, estos modelos no explican el sesgo en la sustitución de factores que aparece en los resultados empíricos. En la metodología que se propone para el estudio de este caso se tiene en cuenta la existencia de imperfecciones y fallos en los mercados de factores y productos con la intención de dar una explicación al sesgo que se observa hacia la adopción de determinadas tecnologías y como consecuencia de ello a la heterogeneidad en la intensidad de utilización de los factores de producción, sustitución de los mismos, tipos de cultivos y uso de la tierra.

RÉSUMÉ

Le processus de modernisation qu'a subi l'agriculture européenne au cours de dernières décades a suivi, d'une part, des règles relativement semblables, mais, d'autre part, des tendances spécifiques et variées dans les différentes zones géographiques. La diversité dans l'adoption des technologies, dans la substitution des facteurs et dans l'utilisation de la terre produisent une profonde hétérogénéité dans le processus de modernisation, et ce, même dans des zones ayant des caractéristiques agricoles et climatiques, une structure agricole et un potentiel productif semblables. Dans ce travail, il est présenté une proposition méthodologique permettant d'étudier l'hétérogénéité dans le processus de modernisation et d'adoption des technologies dans deux zones d'irrigation de l'Andalousie où il est observé des variations remarquables et qui, par conséquent, illustrent tout spécialement les études empiriques. La plupart des études concernant l'adoption de technologies dans l'agriculture sont fondées sur les modèles originaux qui partent de l'existence de marchés parfaits pour les produits et pour les facteurs. Néanmoins, ces modèles n'expliquent pas l'orientation de la substitution des facteurs observée dans les résultats empiriques. Dans la méthodologie proposée pour l'étude de ce cas, il est tenu compte de l'existence d'imperfections et de défauts dans les marchés de facteurs et de produits, afin d'expliquer l'orientation vers l'adoption de certaines technologies données, et, par conséquent, l'hétérogénéité relevée dans l'utilisation plus ou moins intensive des facteurs de production, dans la substitution de ceux-ci, dans les types de cultures et dans l'utilisation de la terre.

SUMMARY

In the last decades agriculture has experienced a rapid process of modernization in Europe which has followed, in one hand, a quite similar pattern in a wide range of geographical areas. On the other hand this process has been highly geographically specific and spatially determined. The differences found in the adoption of technological innovations, factor substitution and land use create a remarkable unevenness in the modernization process even in areas of similar agroclimatic conditions, farm structure and productive potential. This paper intends to present a methodology to study the heterogeneity in the modernization process and technological adoption found in two areas of irrigated land in the region of Andalucía characterized by a well apparent diversity and therefore most suitable and illustrative for empirical research. Most of the research on the adoption of technological innovations in agriculture has been developed following the original models based on the assumption of the existence of perfect markets for products and inputs. However, these models fail to explain the factor substitution bias found in the empirical results. In this case study, the methodology discussed introduces market failures and market imperfections for products and inputs to attempt to explain the bias towards the adoption of specific technologies and thus the unevenness in the intensification of factor use, factor substitution, types of crops grown and land use patterns.