

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO INNOVADOR DE LOS AGRICULTOR ES A TRAVES DE CURVAS DE DIFUSION

Por
ANA CRISTINA GOMEZ MUÑOZ (*)

I. INTRODUCCION

DE las distintas fases del proceso de innovación (Investigación-Desarrollo-Difusión-Efectos) es la tercera la que menos atención académica ha recibido en el campo de la economía agraria. Concretamente en España, es notable la carencia de estudios teóricos o empíricos sobre difusión de innovaciones en agricultura, entendida como análisis de las pautas de comportamiento de los agricultores en la aplicación de nuevas ideas o prácticas. A pesar de tratarse de un tema de indudable interés e implicaciones y de hallarse la agricultura española inmersa desde hace años en un notable proceso de modernización y cambio tecnológico, el comportamiento de los agricultores respecto a la adopción de innovaciones había sido objeto de estudio en nuestro país en contadas ocasiones (García Ferrando, 1977; Diez Patier, 1980; Casado et al., 1981; Millán y Ruíz, 1984; más algunas incursiones en el plano normativo o evaluatorio que siendo de gran interés quedan fuera del mar-

(*) Dpto. de Economía y Sociología Agrarias de la Universidad de Córdoba.
— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 145 (julio-septiembre 1988).

co), hasta la llegada de un reciente impulso oficial a los trabajos sobre el tema, que esperamos sea fructífero.

El comportamiento de los agricultores frente a la innovación puede contemplarse básicamente desde una perspectiva individual o conductista (proceso de adopción como acto personal y factores del individuo que afectan a su innovatividad) o desde una perspectiva agregada en el tiempo o en el espacio (proceso de difusión propiamente dicho y factores ambientales o colectivos que afectan a la velocidad y forma de la difusión). Este trabajo se centra en la visión agregada y temporal del proceso, haciendo una revisión de modelos teóricos que permitan no sólo describir, sino también explicar la forma en que este se ha producido, mediante la observación de curvas de difusión, elemento aparentemente meramente descriptivo. Más tarde se expone un ejemplo real sobre datos correspondientes a una zona concreta y sobre unas innovaciones determinadas). Se trata de comprobar qué ley rige el proceso agregado de difusión en el tiempo, de lo cual se extraerá el tipo de mecanismo operante en cada caso.

II. CURVAS DE DIFUSION. ANTECEDENTES

Por proceso de difusión temporal entendemos la evolución en el tiempo de la adopción agregada de una innovación, ya se refiera al número de individuos o empresas que van adoptando la innovación como a la intensidad de la adopción (1).

La expresión gráfica del proceso de difusión temporal es la llamada «curva de difusión», que puede ser de adopción (evolución en el tiempo del número de adoptantes) o de conocimiento

(1) Hay cuatro formas de analizar la difusión temporal:

- a) Inter-empresas: corresponde a la evolución de la adopción en sentido agregado, o número de empresas que van adoptando.
 - b) Intra-empresa: corresponde a los incrementos de adopción que se van produciendo dentro de una misma empresa. Sólo existe cuando la innovación admite distintos niveles de uso.
 - c) Global: $a + b$: corresponde a la difusión inter-empresas cuando se considera la intensidad de la adopción.
 - d) Internacional.
- En este trabajo se hace referencia a las tres primeras, especialmente a las a y c (b se tiene en cuenta como componente de c).

(evolución del número de individuos que van sabiendo que la innovación existe), aunque generalmente hace alusión a la primera.

A continuación se exponen brevemente los hallazgos empíricos sobre la forma de esta difusión, dentro del sector agrario pasando posteriormente a exponer un resumen de modelos teóricos propuestos, generalmente fuera del campo agrario, para predecir o explicar el proceso desde el lado de la demanda.

a) *Antecedentes empíricos*

En diversas ocasiones se ha hallado una distribución de frecuencias de adoptantes en el tiempo campaniforme, que produciría una distribución acumulada (correspondiente a la curva de adopción) en S simétrica similar a la obtenida en estudios previos de difusión cultural, Pemberton, 1936):

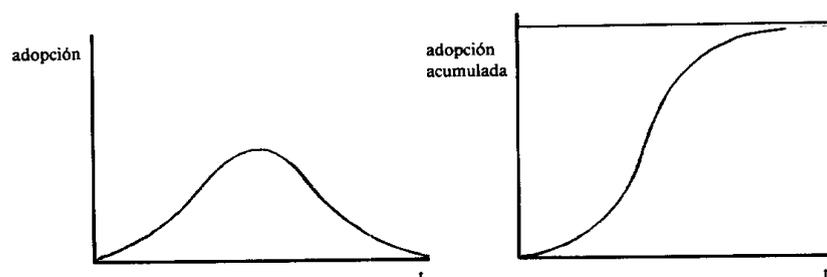


FIGURA 1

Frecuentemente se ha citado a la normal como función matemática para describir el proceso, pero su contrastación empírica ha sido escasa. Ya Ryan y Gross (1943), en su trabajo pionero, comprobaban mediante análisis de frecuencias, que la curva no era «exactamente normal». Davies (1979) halla una normal acumulativa sólo en innovaciones costosas y técnicamente complejas, y no en el sector agrario.

Griliches (1957) halló que una curva en S simétrica la logística, se ajustaba con gran aproximación a la evolución de la superficie

sembrada de maíz híbrido en distintos estados norteamericanos (2). Desde entonces, la función logística ha sido ajustada con éxito en numerosas ocasiones, dentro y fuera del sector agrario.

Perry et al. (1967) sugirieron que la curva de difusión podía desviarse de la generalmente aceptada forma logística o similar (acumulada en S simétrica), presentando una forma en J invertida. Para ilustrarlo, aportan datos relativos al porcentaje de adoptantes de diversas innovaciones químicas (insecticidas principalmente), en cultivadores de cacahuete de North Carolina. Los autores sugieren que esta nueva forma de la curva de difusión se debe a la existencia de una agricultura más desarrollada y donde las innovaciones se suceden con rapidez, habiendo desaparecido la reticencia de los agricultores frente a la innovación:

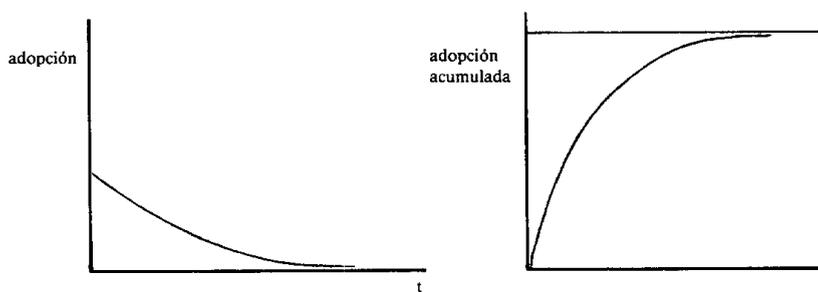


FIGURA 2

McClymont (1982) ha contrastado este modelo de difusión en el uso de herbicidas por los cultivadores de tabaco de Zimbabwe. De nuevo se trata de una innovación química en un colectivo agrícola, como expresa el autor, relativamente desarrollado y especializado. Nos movemos, pues, a nivel empírico, entre una conformación en S simétrica (sea normal o logística) y otra exponencial o en J invertida, y sabemos que la primera suele darse entre agricultores con comportamiento tradicional y la segunda en casos de agricultura más desarrollada o moderna.

(2) Nieto Ostolaza (1973) hace algunas consideraciones sobre la introducción de esta innovación (maíz híbrido) en España.

Como cabría esperar, pueden darse casos intermedios. Conformaciones signoideas (en S no simétrica, sino con el punto de inflexión desplazado hacia la izquierda) han sido encontradas en alguna ocasión. Así, manteniéndonos dentro del ámbito agrario, Dixon (1980), halló que la distribución gompertz se ajustaba mejor que la logística a la difusión del maíz híbrido en más de la mitad de los casos analizados por Griliches. No obstante, estos resultados asimétricos se debían fundamentalmente al hecho de que en muchos casos el techo de adopción había sido superior al impuesto por Griliches (3).

Fuera del ámbito agrario, estas conformaciones sigmoideas (gompertz, lognormal), han sido ajustadas con cierta mayor frecuencia, ya sea en innovaciones de consumo (p. ej., Bain, 1964 o Hernes, 1976) o de proceso industrial (p. ej., Davies, 1979), pero generalmente como contratación de modelos teóricos de decisión, por lo que entrarán en el siguiente apartado.

Sólo excepcionalmente, en casos muy especiales (Nabseth, 1979, Millán y Ruíz, 1980) se ha hallado empíricamente una función de difusión distinta a las previas expuestas.

b) *Modelos teóricos*

Aún hoy día en la mayoría de los textos en que se aborda el tema de la difusión de innovaciones, se da por sentada la proposición clásica de que «la evolución temporal de la adopción de una innovación se aproxima a una curva en S simétrica», enunciado meramente descriptivo y que consideraría excepción cualquier desviación observada de la regla. El hecho de que se halle que unas determinadas ecuaciones matemáticas se ajustan mejor que otras a la evolución real aumenta el acervo de información, pero no aporta nada en cuanto al carácter descriptivo y determinista de la proposición.

Es cierto que durante muchos años esto fué aceptado sin más, principalmente en el campo agrario, que es el que nos ocupa. Sin

(3) En su réplica Griliches propone que, más que ajustes asimétricos, habría que buscar logísticas en que el techo no es constante, sino función de ciertas variables económicas.

embargo, en otras disciplinas se estaban produciendo contribuciones esporádicas que realmente constituían un avance: cambiar el análisis de inductivo a deductivo, derivando a partir de una hipótesis lógica de comportamiento una función de difusión y explicar, asimismo deductivamente, variantes ostensibles.

A continuación haremos una breve descripción de los mismos, en el que no pretendemos realizar una exposición exhaustiva con los desarrollos teóricos matemáticos, sino más bien comprender la filosofía que ha guiado a cada uno de ellos, es decir, la respuesta que cada modelo ofrece a las cuestiones básicas sobre a) por qué se produce la difusión (y no, si una innovación es rentable, todos los potenciales adoptantes la introducen inmediatamente) y b) que nos dice sobre el comportamiento de un colectivo la conformación de sus curvas de difusión de innovaciones. A la segunda de estas preguntas, como veremos, no todos los modelos responden satisfactoriamente.

Más adelante se han seguido sucediendo aportaciones, más o menos aplicables al ámbito agrario o a determinados tipos de innovaciones, algunas de ellas con excesiva falta de realismo en sus supuestos, pero, salvo excepciones que se comentarán en su momento, con el aporte enriquecedor que supone el tratar de formular modelos con poder explicativo y predictivo que permita conocer el tipo de comportamiento empresarial de un colectivo en base a la conformación de sus curvas de difusión.

Tras una revisión al respecto, podemos resumir los modelos desarrollados como sigue:

- a) Modelos simples: epidé mico y cóncavo.
- b) Modelo generalizado estático y su dinamización.
- c) Modelos umbral.
- d) Modelos de aprendizaje bayeseiano.
- e) Modelos de juegos.

Los tres últimos, y, especialmente, el f) se considerarán por los analistas como aun en estado de desarrollo teórico.

El *modelo epidé mico simple* fué propuesto en el campo de la economía industrial por Mansfield, quién lo deriva tanto para representar la difusión inter-empresas (1961) como intra-empresa

(1963). Para Mansfield, la difusión se produce a causa de que los individuos van acumulando información y experiencia, las cuales actúan como reductores de la incertidumbre inicial, con efectos de arrastre de los adoptantes respecto a los que aún no lo son.

La denominación de «epidémico» se debe a que el modelo propugna una difusión similar a la que se produce cuando se propaga una epidemia por contagio, si bien Mansfield nunca lo planteó en estos términos.

Según este modelo, el número de nuevos adoptantes en cada unidad de tiempo será un porcentaje, proporcional al número de individuos que ya han adoptado, de los que aún no lo han hecho:

$$\frac{dY}{dt} = r Y (K - Y)$$

donde Y = adopción acumulada

K = nivel máximo de adopción o «techo»

r = coeficiente o tasa de difusión

La mayor o menor rentabilidad de la innovación actúa afectando a la magnitud de r .

Expresando Y en términos relativos al techo (Y/K), separando variables e integrando en t , se tiene la curva de difusión:

$$Y = \frac{K}{1 + e^{-(c+rt)}}$$

c = cte. de integración

que es justamente la ecuación de la logística, tantas veces ajustada con éxito.

El *modelo cóncavo* o exponencial proviene del campo del Marketing, concretamente de Fourt y Woodlock (1960), quienes lo propusieron para predecir la introducción de nuevos productos en el mercado. Propugna que «el incremento de penetración por unidad de tiempo es proporcional a la distancia restante a la penetración «máxima limitante».

$$\frac{dY}{dt} = p (K - Y)$$

donde p es la tasa (constante) de penetración del potencial no explotado, cuya magnitud dependerá de la rapidez con que los potenciales compradores aprendan las características del producto; ello a su vez será función del esfuerzo comercial de las empresas; si éste se modifica durante el proceso de difusión, p deja de ser constante. Integrando la expresión anterior se obtiene la curva de difusión.

$$Y = K - e^{-(c+pt)}$$

$c = \text{cte. de integración}$

que corresponde a una curva exponencial negativa del tipo de las halladas empíricamente por Perry et al. (1967) o McClymont (1982).

Tanto el modelo epidémico simple como el modelo cóncavo son deterministas en el sentido de que propugnan una sola forma de comportamiento de adopción, variando únicamente los parámetros de la curva en las diferentes ocasiones, pero manteniéndose el tipo de curva seguida.

Los modelos que veremos a continuación admiten la posibilidad de que se puedan observar conformaciones distintas, cada una de las cuales corresponderá a un comportamiento distinto frente a la innovación.

El *modelo generalizado estático*, visto en esta forma secuencial, se presenta como una conjunción de los dos anteriores. Si el modelo epidémico simple se basa en el efecto de demostración y aprendizaje por experiencia de otros y cóncavo en la acción de una fuente difusora constante, es decir, todo lo contrario, cabe ver a ambos como situaciones extremas de un modelo general que comprenda ambos efectos. Esto es, en definitiva, lo que ofrece el modelo generalizado, según el cual el incremento de adoptantes por unidad de tiempo es una proporción del número de individuos que no han adoptado aún, proporción que tiene una componente constante y otra proporcional al número de los que ya han adoptado.

$$\frac{dY}{dt} = \left(p + r \frac{Y}{K} \right) (K - Y) = p (K - Y) + r \frac{Y}{K} (K - Y)$$

Este modelo es conocido en el campo del Marketing como «modelo de Bass», quien lo dedujo en 1969, siendo Lekvall y Wahlbin (1973) los primeros que vieron sus grandes posibilidades de aplicación en agricultura.

La formulación corresponde también a un modelo de difusión de epidemias, concretamente el modelo de infección continua, según el cual un individuo está expuesto al efecto de otros individuos ya «infectados» pero también al contagio directo por el agente externo «infectante». Por ello nosotros preferimos denominarlo modelo epidémico generalizado.

De la misma manera, Lekvall y Wahlbin consideran que los agricultores recibirán una influencia *externa*, ejercida por los medios de masa u otros agentes promocionales sobre el agricultor individual, y una influencia *interna* debida a la interacción o aprendizaje de otros agricultores. De hecho, Bass llama a p coeficiente de innovación y a r coeficiente de imitación, expresando estas mismas ideas.

La curva de difusión resultante es sigmoidea positivamente asimétrica, tanto más cuanto mayor sea la magnitud relativa de p sobre r . El gran valor de este modelo en su aplicación a la agricultura reside en la perfecta explicación que ofrece a lo observado empíricamente: curva logística en el caso extremo de conducta plenamente imitativa (agricultura tradicional) y exponencial en el extremo opuesto, de conducta individual hacia fuentes de información externas (agricultura desarrollada y especializada).

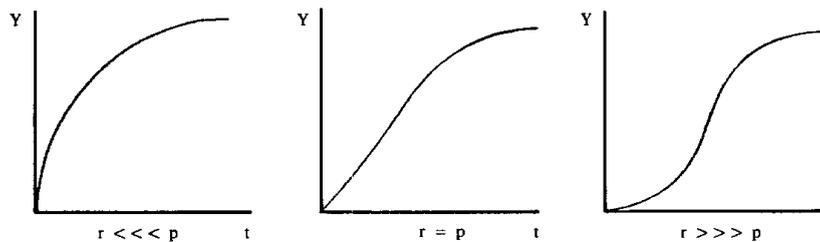


FIGURA 3

Este modelo estático puede *dinamizarse* considerando la alteración de los supuestos iniciales de constancia de los parámetros intervinientes p , r y k , lo cual, de ocurrir, alteraría la curva de difusión sin modificar los razonamientos. Esta alteración ha sido considerada por Griliches (1980), Jarvis (1981) o Akinola (1986).

Otro supuesto que hay que considerar para extraer las conclusiones previstas por el modelo a través de la observación de la curva de difusión es el de homogeneidad del colectivo, ya que un colectivo heterogéneo respecto a las ventajas de la innovación puede presentar asimetría en su curva de difusión aún sin existencia de efecto interno (Hernes, 1976; Davies, 1979).

Un enfoque teórico alternativo de la difusión, que no tiene en cuenta la acumulación de la información sino marginalmente, es el basado en *umbrales de rentabilidad*, cuyos principales exponentes son David (1975) y Davies (1979). En estos modelos se postula la existencia de un «variable estímulo» (generalmente la dimensión de la empresa), determinante de la rentabilidad individual a igualdad de otros factores, de la cual depende la adopción o no adopción individual en un momento determinado, según exceda o no de un cierto valor crítico. La difusión tiene lugar por el hecho de que la rentabilidad varía en el tiempo, y su forma dependerá de la distribución de valores de la variable estímulo (y su valor crítico) entre la población de potenciales adoptantes. Bajo ciertos supuestos al respecto, resultan curvas de difusión sigmoideas del tipo de las descritas más arriba. Davies distingue entre innovaciones baratas y simples, para las que deriva una curva log-normal (positivamente asimétrica) y aquéllas costosas y complejas, para las que deriva una normal (simétrica), siempre en innovaciones de proceso industrial.

Estos modelos han sido sometidos a multitud de críticas. Como más notables, además de no considerar el diferencial acceso al conocimiento de las innovaciones o proceso de aprendizaje (suponen que todos los potenciales adoptantes tienen por igual información sobre la innovación desde el principio) (4), no sirven

(4) Davies tiene en cuenta en cierto modo un aprendizaje interno en cuanto afecta al nivel crítico, pero no modela expresamente el proceso.

para innovaciones susceptibles de prueba o alquiler, ni para casos en que el techo de adopción no llegue al 100% de la población; en fin, dependen en demasía del cumplimiento de supuestos sobre la distribución de los valores de las variables críticas. Concretamente en su aplicación al sector agrario, es muy aventurado el basarse estrictamente en criterios de rentabilidad económica en la toma de decisiones sobre innovaciones, por lo que, si bien tienen valor normativo como modelos de decisión, su adecuación a la predicción de procesos reales de difusión es más difícil.

Por ello, recientes desarrollos teóricos reincorporan el papel de la información en el proceso de difusión, en la línea del modelo epidémico generalizado al que se intenta dotar de un más profundo contenido económico. Así, se resalta el papel del aprendizaje o acumulación de conocimientos sobre la innovación principalmente como reductor de incertidumbre. Precursores en esta línea son Kislev y Schori-Bachrach (1973) y Hiebert (1974).

Hiebert (1974) arguye que los parámetros que rigen la curva de difusión dependen del aprendizaje y experiencia. Asimismo, Kislev y Shchori-Bachrach (1973) introducen una función de conocimiento acumulado en la función de producción, que es común y aproximada por el nivel acumulado de output producido con la nueva tecnología. El conocimiento depende de: a) el nivel inicial aprendido y b) el «learning by doing» (aprendizaje por experiencia propia y observada), cuyas implicaciones económicas estudió Arrow.

Como puede observarse, todo ello está en plena conexión con las teorías de la distribución sigmoidea previamente expresadas (si bien los autores lo utilizan para derivar las consecuencias de la innovación (origen de ciclos) en la línea de Cochrane y su «technological treadmill»).

Feder y Slade (1984) proponen la distinción entre la adquisición pasiva de información y su adquisición activa, concluyendo que si bien los primeros adoptantes son los que tienen un mayor acceso a la información directa, por sus propios medios, el aprendizaje se hace más adelante acumulativo y los agricultores van adoptando independientemente de su información externa, desapareciendo el efecto marginal de la información en los incrementos de adopción intra-empresa. Esta adquisición pasiva de

información hace referencia a la obtenida por contactos con otros agricultores vecinos y observación de sus nuevas prácticas (contagio o imitación).

Esta tendencia tiene su más formalizado exponente en la derivación de la conformación sigmoidea en el tiempo en base a un *aprendizaje bayesiano*. Feder y O'Mara (1982) apoyan esta idea que Lindner et al. (1979) habrían utilizado para modelar la duración del período de adopción individual. En aquel trabajo, Feder y O'Mara afirman que la evolución de la adopción estará determinada tanto por las «creencias» previas o externas de los individuos sobre la innovación (dependientes de fuentes de información distintas de la interrelación con otros adoptantes, como la educación y capacidad innata del agricultor, promoción de ventas, extensión, etc.) como factor en la función de difusión (características de los modelos epidémicos).

El proceso de aprendizaje bayesiano ha sido incorporado al campo de las innovaciones no agrícolas por autores como Stoneman (1980, 1981, 1983), quien lo utiliza para derivar la función sigmoidea de difusión. Su modelo genera la curva logística en el caso particular de que el aprendizaje externo sea despreciable, lo cual está en consonancia con lo deducido del modelo de Bass, aunque es menor aplicable a la agricultura por ciertos supuestos, como el de certeza y constancia de los beneficios producidos con la técnica a sustituir.

Reinganum (1981) arguye que incluso si todas las empresas, fueran idénticas y su información sobre la innovación perfecta (no hay diferencias ni en cuanto a rentabilidad ni en cuanto a aprendizaje), adoptarán en distintos momentos y por tanto se tendrá una curva de difusión inter-empresa (no se indica qué tipo de curva). Y ello en base a una hipotética conducta estratégica siguiendo la *teoría de juegos*, concretamente un juego de oligopolio. Se trata de un atractivo enfoque teórico, si bien quizás falto de realismo en sus supuestos, más aún en agricultura.

III. UNA APLICACION EMPIRICA

Como ejemplo de la forma en que se puede deducir el comportamiento de un colectivo agrícola a partir de sus curvas de di-

fusión, en el presente trabajo se intenta detectar el tipo de conducta de los agricultores de la Campiña de Córdoba, reflejado en sus curvas de difusión de nuevas variedades de trigo y girasol, mediante la aplicación del modelo epidémico generalizado o modelo de Bass, cuyos postulados han sido enunciados más arriba. Este modelo, que, como se ha visto, ha sido suficientemente enriquecido por sucesivas aportaciones teóricas de corte bayesiano, nos parece a la vez sencillo para nuestro propósito y adecuado a la agricultura de la zona y al tipo de innovaciones estudiadas, que pueden considerarse de consumo para el agricultor, siendo divisibles, reversibles y no exigentes de inversiones en capital.

IV. METODOLOGIA

El trabajo empírico de aplicación del modelo teórico de difusión se realizó tomando como base dos innovaciones: un nuevo cultivo (girasol) y un nuevo tipo de semilla o variedad de un cultivo ya establecido (variedades de alto rendimiento o «nuevas variedades —N.V.— de trigo).

La toma de datos en relación con la evolución de la adopción de estas innovaciones se realizó sobre unas muestras representativas de 188 agricultores entre los de la zona que abarca las comarcas de la provincia de Córdoba «Campiña Baja» y «Las Colonias» (según denominación del M^o de Agricultura), todos ellos con orientación productiva herbácea extensiva, ya que las innovaciones analizadas así lo requerían. Se utilizó un muestreo simple aleatorio con repartición proporcional entre los 21 municipios comprendidos.

Para la recogida de información se utilizaron básicamente dos fuentes complementarias: Una, secundaria, a través de las «cartillas de agricultor» y otra, primaria, mediante entrevistas individuales. Ello se debió a la imposibilidad de obtener datos agregados secundarios anteriores a 1976.

Mediante regresión minimocuadrática, se realizó el ajuste de la función logística al proceso real de difusión de las innovaciones estudiadas. De esta manera se comprobó en qué grado dicho proceso ha seguido unas pautas de tipo tradicional (imitativo, se-

gún el modelo de Bass, y basado en la experiencia, según los de aprendizaje bayesiano) donde las fuentes de información externas no influyen. Caso de hallar desviaciones del punto de inflexión de la curva hacia la izquierda, significaría que estas influencias externas han operado en alguna medida.

Se realizó un ajuste lineal, lo cual es posible en la logística gracias a una simple transformación:

$$Y = \frac{K}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

$$\ln \frac{Y}{K - Y} = a + bt$$

De esta forma conociendo el techo o potencial de adopción K y el número de adoptantes acumulado o superficie acumulada Y en cada momento, se estiman los parámetros a y b por regresión lineal minimocuadrática.

Dada la doble interpretación del proceso de difusión, tal como se reflejaba al comienzo de este trabajo, el ajuste se realizó para datos reales de:

- a) Adopción
- b) Conocimiento

Si la adopción fuera instantánea ambas curvas serían idénticas. Pero normalmente existe un período de adopción, diferencia entre el momento de adopción y el de conocimiento. Si el período fuera el mismo para todos los agricultores, aún las curvas de conocimiento y adopción serían idénticas en su forma, difiriendo solamente en su ubicación en el tiempo (parámetro a).

Pero los resultados de la encuesta nos dicen que, en conjunto, sólo un 10% de los agricultores adoptan inmediatamente, y el resto tarda en adoptar un período más o menos largo, siendo la media de algo menos de 3 años.

De ahí que las curvas acumulativas de conocimiento y adopción no coincidan exactamente. Por ello realizamos ambos ajustes, en la creencia de que los razonamientos que subyacen al modelo

de difusión que se va a constatar son también aplicables a la difusión del conocimiento, y no sólo a la adopción.

La curva de adopción se ha ajustado tanto para porcentaje de agricultores adoptantes como para porcentaje de superficie adoptada, como medida de la adopción (difusión inter-empresas y difusión total o global, respectivamente).

Determinación del techo a nivel máximo de adopción (K)

a) *N.V. de trigo:*

Se consideró el total de adoptantes potenciales, es decir, todos los agricultores que siembran trigo (187) y toda la superficie de trigo (= 7.600 Has en la muestra y = 80.000 Has en el total de la zona). En porcentaje respecto al total, 100% en ambos casos. No existe problema de estimación al ser una innovación ya plenamente introducida, siendo sus techo en la zona claramente el 100% de la adopción potencial.

b) *Girasol:*

Los expertos están relativamente de acuerdo en que el girasol ha «tocado techo» tras tres años de sequía que hicieron sembrar girasol incluso en agricultores que no hubieran sembrado en otras condiciones.

Así pues, en este caso también es fácil la estimación: de los 188 agricultores que componen la muestra, y que en principio son todos potenciales adoptantes, se toma el máximo habido hasta ahora (172) deducido en 6 que sólo sembraron coyunturalmente (166). En porcentaje respecto al total, $K = 88\%$. En términos de superficie, el techo se ha fijado en 6.500 Has, que es, por una parte, el máximo a que se ha llegado, y, por otra, la superficie máxima estimada a partir de la superficie total muestral dedicada a cultivos herbáceos (5).

(5) S. máxima girasol = 40% S. herbáceos secano* + 25% S. herbáceos riego (extensivo) = $0,40 \times 13.937 + 0,25 \times 3.444 = 6.435,8$ Has.

(*) Morillo (1978) estimaba como susceptible de ser sembrada de girasol cerca de un 30% de la superficie de herbáceos en secano, basándose en criterios de racionalidad económica en la conformación de las alternativas. La realidad desde entonces ha mostrado que el techo supera esta cifra (una gran cantidad de agricultores cultivan girasol como única alternativa del trigo).

V. RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados de los distintos ajustes logísticos.

— *N. V. de trigo* (Fig. 4).

- a) Adopción: Puede observarse un ajuste casi perfecto a la logística, tanto en porcentaje acumulado de adoptantes como de superficie, lo que indica un predominio absoluto del efecto interno, imitativo o de contagio.
- b) Conocimiento: El ajuste es también casi perfecto.

— *Girasol* (Fig. 5)

- a) Adopción: Aparentemente, la conformación de la evolución del número de adoptantes no tiene un perfil logístico, sino que presenta dos puntos de inflexión en los años 68 y 78 (correspondientes a los dos años de máxima adopción) y una «mesa» central, de escasa pendiente (correspondiente en años de adopción casi nula).

Este perfil es fácilmente explicable en base a la distinta adopción del girasol por parte de los agricultores grandes de secano, por una parte, y pequeños y de regadío, por otra. En base a su distinta ventaja relativa en la adopción del cultivo, podemos considerar a la población dividida en dos subpoblaciones, habiéndose producido en realidad dos procesos de difusión distintos, Proceso 1 y Proceso 2. Ambos procesos se solapan en 1972-73, y, como puede comprobarse, se corresponden con dos logísticas casi perfectas. La suma de ambas logísticas ajustadas proporciona unos valores teóricos que se adecúan perfectamente al proceso total ocurrido.

En la evolución de la superficie se observa la misma conformación de los dos procesos, con las lógicas diferencias de un mayor solape (desplazamiento hacia la derecha del Proceso 1 debido a incrementos de superficie remanentes) y un techo más elevado en el primer proceso por corresponder a agricultores con mayor tamaño.

FIGURA 4.— Nuevas variedades de trigo: Curvas de difusión temporal (adopción y conocimiento)

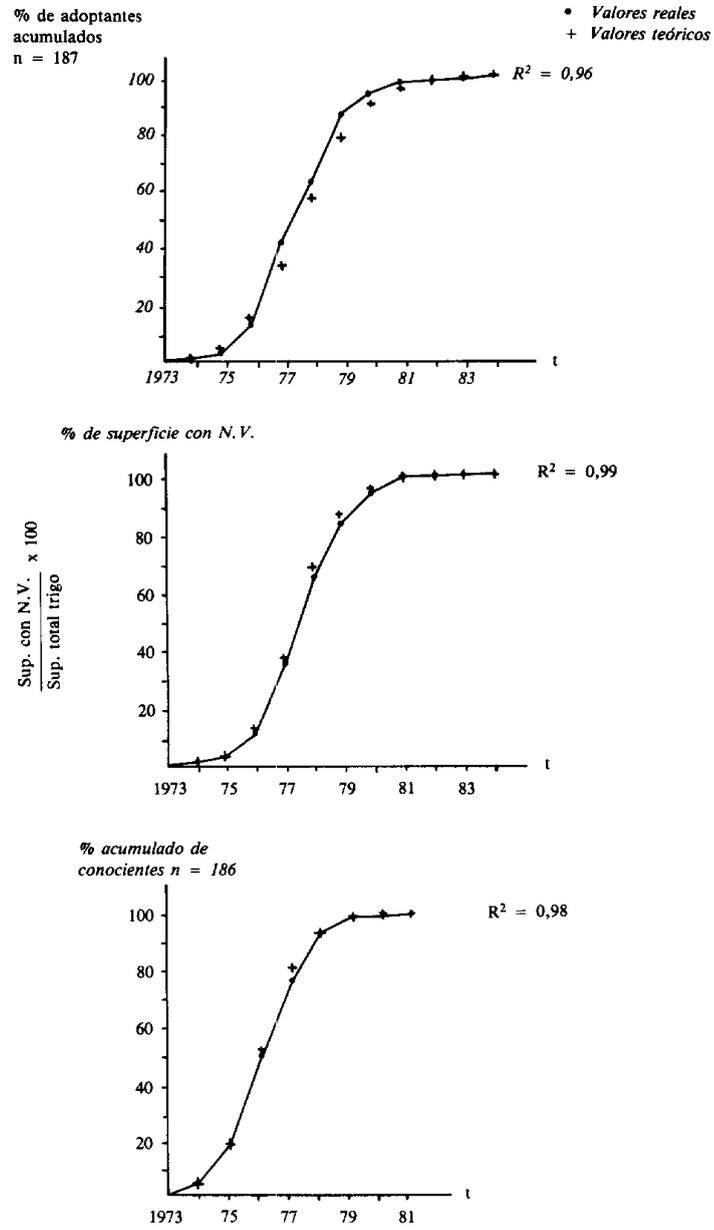
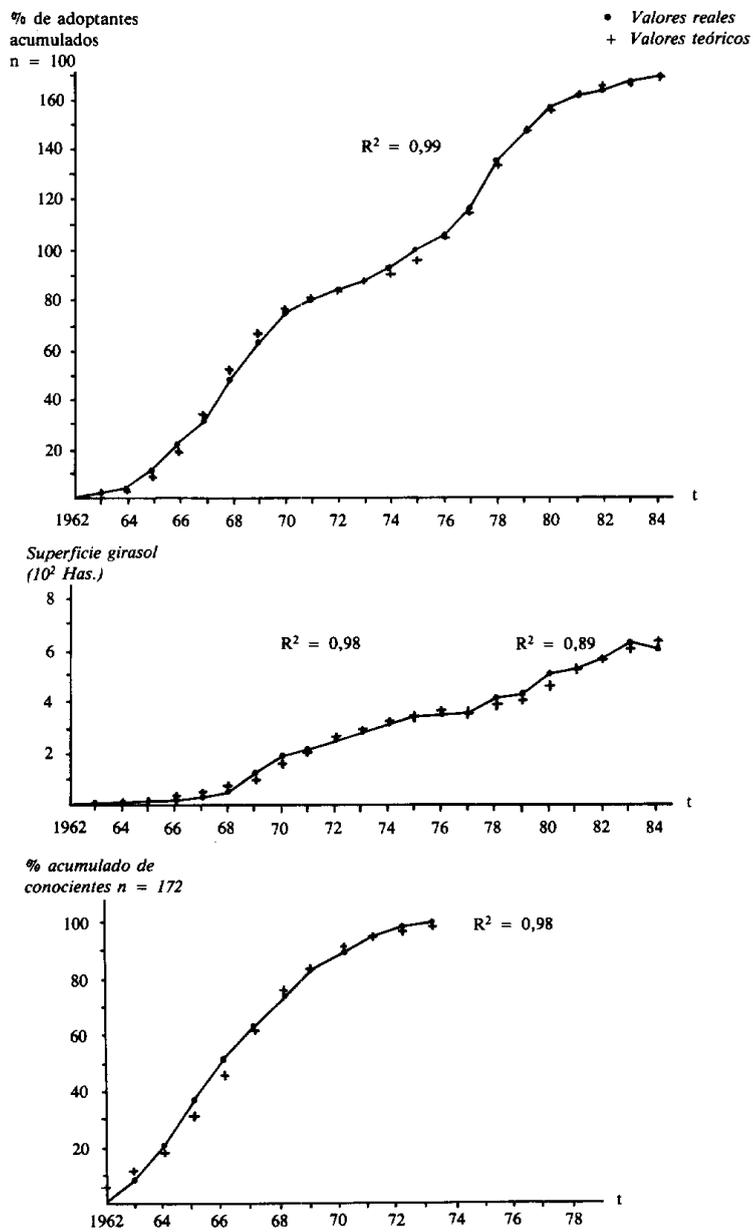


FIGURA 5.— Girasol: Curvas de difusión temporal (adopción y conocimiento)



Además, la 2ª curva presenta un perfil en S tan suavizado que tiende al lineal. Ello es lógico pues aquí se incluyen también los incrementos de superficie de agricultores que, como adoptantes, pertenecen al Proceso 1, pero que aumentan una superficie que estaba estabilizada debido a los mismos motivos (laborales, sequía, etc.) que provocaron el Proceso 2, por lo que estos incrementos corresponden a este último, en superficie.

- b) Conocimiento: Aunque el ajuste es muy bueno, como indica el $R^2 = 0,98$, lo que es sobre todo a partir del momento medio, observándose un ligero desajuste en el primer tramo de la curva en el sentido de hallarse algo desplazado hacia la izquierda el punto de inflexión. Ello indicaría un menor predominio del efecto interno sobre el externo o individual. La difusión del conocimiento del cultivo por parte de las casas de semillas parece así detectarse, aunque en esta conformación puede también haber influido la heterogeneidad del colectivo previamente comentada. Hernes (1976) apunta que la heterogeneidad de una población puede hacer que el punto de inflexión se desplace hacia la izquierda aún sin existencia de efecto externo, debido a una lógica menor información de los agricultores más rezagados o «contagiados» entre el colectivo que menos ventaja inicial tiene.

VI. CONCLUSIONES

El comportamiento interno de los agricultores en relación con la adopción de innovaciones puede determinarse a través de su evolución temporal, mediante la aplicación de modelos de difusión adecuados, en nuestro caso el modelo epidémico generalizado.

Al descifrar el mecanismo operante en el proceso de difusión temporal de las innovaciones analizadas, hemos comprobado que los agricultores de la Campiña de Córdoba han tenido un comportamiento básicamente imitativo o de contagio y experiencia, dominando hasta tal punto este efecto interno que el efecto exter-

no apenas se deja sentir ligeramente en algún caso aislado. A este respecto los agricultores de la zona se han mostrado tradicionales en su comportamiento, con escasa autonomía o individualidad de criterio respecto a otros agricultores en la forma de conocer las innovaciones y tomar su decisión sobre ellas. Puede resultar llamativo el hecho de que perdure este tipo de conducta cerrada en una agricultura que, dentro de su carácter extensivo, hace tiempo que salio del subdesarrollo técnico. Ello indica una escasa dependencia de la labor de promoción de las empresas comerciales productoras de los inputs, aunque también de las recomendaciones de los servicios oficiales de difusión, así como falta de influencia de libros, revistas, etc., y, en general, del contacto directo de la mayoría de agricultores con fuentes de innovación.

BIBLIOGRAFIA

- AKINOLA, A. A. (1986): «Dinamic innovator-imitator (IN-IM) diffusion model». *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 34 (1) 113-124 pp.
- BAIN, A. (1964): *The growth of T.V. ownership in the U.K. since the war*. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.
- BASS, F. M. (1969): «A new product growth model for consumer durables». *Management Science*, 15 (5) 215-227 pp.
- CASADO, C.; PUIG, E.; VALLE, A. del y ZAPATERO, S. (1983): «El agricultor ante la adopción de variedades en las nuevas plantaciones de melocotonero». *ITEA Extra* (2).
- DAVID, P. A. (1975): «The mechanisation of reping in the ante-bellum Midwest», the *Technical choice, innovation and economic growth*. Cambridge University Press.
- DAVIES, S. W. (1979): «Inter-firm diffusion of process innovation». *European Economic Review*, 12 299-317 pp.
- DIEZ PATIER, E. (1980): «Relación de algunas características socioeconómicas con la adopción de prácticas modernas por agricultores de la mesetas interior gallega». *Anales INIA. Serie Economía y Sociología Agrarias*. Madrid
- DIXON, R. (1980): «Hybrid corn revisited». *Económica*, 48 (6) 1.451-1.461 pp.
- FEDER, G. y O'MARA, G. T. (1982): «On information and innovation diffusion: a bayesian approach». *American Journal of Agricultural Economics*, 64 (1) 145-147 pp.
- FEDER, G. y SLADE, R. (1984): The acquisition of information and the

adoption of new technology». *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (33) 312-320 pp.

FOURT, L. A. y WOODLOCK, J. W. (1960): «Early prediction of market success for new grocery products». *Journal of Marketing*, 25 (octubre) 31-38 pp.

GARCIA FERRANDO, M. (1977): *La innovación tecnológica y su difusión en agricultura*. M° de Agricultura. S.G.T. (Serie Estudios). Madrid.

GRILICHES, Z. (1957): «Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change». *Econometrica*, 25 (4) 501-522 pp.

HERNES, G. (1976): «Diffusion and growth. The non-homogeneous case». *Scandinavian Journal of Economics*, 78 (septiembre) 427-436.

HIEBERT, L. D. (1974): «Risk, learning and the adoption of fertilizer responsive seed varieties». *American Journal of Agricultural Economics*, 56 (4) 764-768 pp.

JARVIS, L. S. (1981): «Predicting the diffusion of improved pastures in Uruguay». *American Journal of Agricultural Economics*, 63 (3) 495-502 pp.

KISLEV, Y. y SHCHORI-BACHRACH, N. (1973): «The process of an innovation cycle». *American Journal of Agricultural Economics*, 55 (1) 28-37 pp.

LEKVALL, P. y WAHLBIN, C. (1973): «A study of some assumptions underlying innovation diffusion functions». *Swedish Journal of Economics*, 75 (4) 362-367 pp.

LINDNER, R.; FISHER, A. y PARDEY, P. (1979): «The time to adoption». *Economic Letters*, (2) 187-190 pp.

MANSFIELD, E. (1961): «Technical change and the rate of imitation». *Econometrica*, 29 (4) 741-766 pp.

MANSFIELD, E. (1963): «Intrafirm rates of diffusion of an innovation». *Review of Economics and Statistics*, 45 (3) 348-359 pp.

McClymont, D.S. (1982). «The rate of adoption of selected flue-cured tobacco practices». *Zimbabwe Agricultural Journal*, 79 (3) 81-84 pp.

MILLAN, S. y RUIZ AVILES, P. (1984): «Evolución de la alcaparra en la provincia de Córdoba: consecuencias de una difusión incontrolada». I. Congreso Nacional sobre Difusión de Tecnología y Desarrollo de Recursos Humanos en el Medio Rural. Granada, octubre.

MORILLO, F. (1978): «El girasol es una alternativa de secano». *Revista de Extensión Agraria*, 17 (3) pp.

NABSETH, L. (1973): «The diffusion of innovations in Swedish industry», en *Science and technology in economic growth*. McMillan. Londres.

PERRY, A.; SULLIVAN, G. A.; DOLAN, R. J. y MARSH, C. P. (1967): «The adoption process: S curve or J curve?» *Rural Sociology*, 32 (2) pp.

REINGANUM, J. F. (1981): «On the diffusion of new technology: a game theoretic approach». *Review of Economic Studies*, 48 (3) 395-405 pp.

RYAN, B. y GROSS, N. C. (1943): «The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities». *Rural Sociology*, 8 (marzo) 15-24 pp.

STONEMAN, P. (1980): «The rate of imitation, learning and profitability». *Economic Letters*, 6 179-183 pp.

STONEMAN, P. (1981): «Intra-firm diffusion, bayesian learning and profitability». *Economic Journal*, 91 (junio) 375-388.

STONEMAN, P. (1983): «The economic analysis of technological change». Oxford University Press. Oxford Inflaterra.

R E S U M E N

Las curvas de difusión de innovaciones (evolución temporal de su adopción) pueden utilizarse como herramienta para explicar el tipo de mecanismo por el cual se introducen las innovaciones en un colectivo. El trabajo hace un resumen de los modelos elaborados al respecto y aplica uno de ellos, el «epidémico generalizado», al análisis del comportamiento de los agricultores de la campiña de Córdoba en la adopción de dos innovaciones de importancia en la zona: el cultivo del girasol y la siembra de variedades de trigo de alto rendimiento; los resultados indican una conducta fuertemente tradicional, basada en la imitación y experiencia acumulada.

R E S U M E

Les courbes de diffusion des innovations (évolution dans le temps de l'adoption de celles-ci) peuvent être utilisées comme outil permettant d'expliquer le type de mécanisme à travers lequel les innovations s'introduisent dans un collectif. Le travail présente un résumé des modèles s'y rapportant et en applique l'un d'eux, «l'épidémique généralisé», à l'analyse du comportement des agriculteurs de la campagne de Cordoue, en ce qui concerne l'adoption de deux innovations ayant une grande importance dans cette zone: la culture du tournesol et les semences de variétés de blé de rendement élevé; les résultats indiquent une attitude profondément traditionnelle, fondée sur l'imitation et l'expérience accumulée.

(*) Dpto. d'économie et de sociologie agricole de l'Université de Cordoue.

S U M M A R Y

Dissemination curves of innovations (development of their adoption as a function of time) can be applied as a tool to explain the type of mechanism by which innovations are introduced into a community group. This work summarizes the models that have been formulated in this respect and applies one of them —the «generalised epidemic»— to the analysis of farmers' behaviour in the Cordova countryside during their adoption of two important innovations in the area: sunflower cultivation and the sowing of high-yield varieties of wheat. The result indicate that behaviour follows markedly traditional patterns based on imitation and accumulated experience.

(*) Dept. of Agrarian Economy and Sociology, University of Cordova.