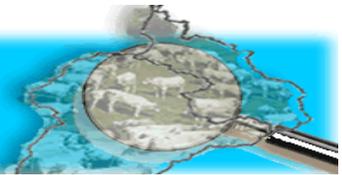




# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



## **Innovación y adopción tecnológica en el sector agrario. Evidencias de la literatura internacional**

Documento de trabajo

Omar Castillo Nuñez, Econ.<sup>1</sup>

Las innovaciones son los nuevos métodos, prácticas y equipos usados para desempeñar o ejecutar nuevas tareas. La literatura internacional, resumida en el trabajo de Sunding y Zilberman (2001)<sup>2</sup>, distingue entre dos líneas de investigación: i) la investigación en generación de innovaciones, y ii) la investigación en la adopción y difusión de las innovaciones.

Varias categorías de innovación han sido incorporadas para diferenciar las políticas o la modelación; por ejemplo, la distinción entre innovaciones que toman cuerpo en bienes de capital o productos, como tractores, fertilizantes, o semillas; y aquellas no corporizadas (disembodies) como, por ejemplo, los esquemas de manejo integrado de plagas. Esta diferenciación es útil para direccionar la inversión pública en generación de innovación. Los fondos privados probablemente se invertirán menos en las segundas debido a la dificultad en vender el producto final, así que esta es un área para la inversión pública. La inversión privada en la generación de la primera requiere instituciones apropiadas para la protección de los derechos de propiedad intelectual.

Otra clasificación de las innovaciones destaca su forma, y es útil para efectos de política y la comprensión de las fuerzas detrás de la generación y adopción de las innovaciones. En esta clasificación incluyen:

- las innovaciones mecánicas (tractores y combinadas),
- innovaciones biológicas (nuevas variedades de semillas),
- innovaciones químicas, (fertilizantes y pesticidas),
- innovaciones agronómicas (nuevas prácticas de manejo)
- innovaciones biotecnológicas,
- e innovaciones en información, que descansan principalmente sobre la computación.

Cada una de estas clasificaciones origina cuestiones diferentes de política. Por ejemplo, las innovaciones mecánicas pueden afectar negativamente el uso de trabajo y liderar la consolidación de la agricultura. Las biotecnológicas y químicas están asociadas con problemas de aceptación pública y preocupaciones ambientales. Las fuerzas económicas y el estado del conocimiento afectan la forma de las innovaciones que son generadas y adoptadas en distintos lugares.

Otra categoría de innovaciones de acuerdo con la forma distingue entre innovaciones en procesos (la modificación de un gen en una planta), e innovaciones en producto (una nueva variedad de semilla). Los derechos de propiedad es un proceso crucial en el

---

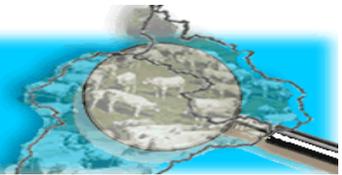
<sup>1</sup> Economista. Profesor titular de tiempo completo Universidad de Córdoba, Colombia

<sup>2</sup> Lo que sigue es una traducción libre e incompleta de este capítulo 4 de Sunding, D y Zilberman, D (2001): The agricultural innovation process research and technology adoption in changing agricultural sector. In Handbook of agricultural economics, B. Gardner, and G. Rausser editors. Volume 1A, pp 207-261.



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



desarrollo de un producto ya que es fuente de un significativo poder económico. Los derechos de propiedad intelectual y las regulaciones afectan la evolución de las innovaciones y la distribución de los beneficios derivados de ellas.

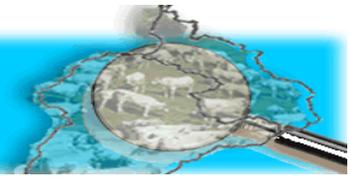
Las innovaciones también pueden distinguirse por sus impactos sobre los agentes económicos y los mercados que afectan, los cuales afectan su modelación. Estas categorías incluyen: incremento en los rendimientos, reducción de costos, mejoramiento de la calidad, reducción del riesgo, incremento de la protección ambiental. Algunas innovaciones caen dentro de varias de estas categorías: por ejemplo, un nuevo pesticida puede incrementar los rendimientos, reducir el riesgo económico, y reducir la protección ambiental.

Sin pretensiones de originalidad alguna, en este documento se resumen algunas de las discusiones y hallazgos resaltados en la literatura internacional sobre innovación y adopción tecnológica en la agricultura, pero especialmente de la adopción. El documento, como se señaló, es una traducción libre e incompleta del trabajo de Sunding y Zilberman, y su propósito es apoyar la línea de investigación en evaluación de adopción tecnológica en la subregión Córdoba-Sucre en el Caribe colombiano.

## 1. La generación de innovaciones.

La emergencia de innovaciones en el sector agrario ha sido explicada, principalmente, a través del modelo de innovación inducida de Hayami y Ruttan (1985). Su teoría, formalizada y probada empíricamente, asocia la emergencia de innovaciones con condiciones económicas. Las nuevas innovaciones emergen probablemente en respuesta a la escasez y a las oportunidades económicas. Por ejemplo, las restricciones de fuerza de trabajo inducen a tecnologías ahorradoras de fuerza de trabajo. Las tecnologías amigables con el medio ambiente probablemente surgen producto de la imposición de una fuerte regulación ambiental. La irrigación y otras tecnologías ahorradoras de agua son a menudo desarrolladas en localidades donde existen restricciones de agua. La escasez de alimentos y los altos precios probablemente conducen a la introducción de variedades mejoradas, y cambios en las preferencias del consumidor pueden ser un antecedente para nuevas innovaciones que modifiquen la calidad del producto. Los trabajos de Boserup (1965) y Binswanger y McIntire (1987) sobre la evolución de los sistemas agrarios, soportan esta hipótesis.

Algunos de los temas abordados sobre innovación agraria están relacionados con los esfuerzos públicos en actividades de investigación y desarrollo, justificados por la naturaleza de bien público de estas actividades y la incapacidad del sector privado de capturar todos los beneficios resultantes de las innovaciones en el sector agrario y el requerimiento de políticas e instituciones específicas que provean los recursos a los innovadores y los faculten para cosechar los beneficios de sus innovaciones, como las patentes, por ejemplo, tal vez el incentivo más obvio para las actividades de innovación. Otro tema que se discute es la influencia de las estructuras de mercado sobre las innovaciones.



## 1.2. Estructuras de mercado e innovación en la agricultura

Los economistas han tratado el tema de cómo las estructuras de mercados verticales en la agricultura condicionan los beneficios de la investigación agraria y cómo las innovaciones en el sector primario pueden contribuir a cambios en el sector del procesamiento. Un hecho sobresaliente en el sector de procesamiento es que tiende a ser concentrado.

El problema de la competición oligopsonística en el sector del procesamiento de alimentos ha sido abordado por Just and Chern (1980), Wann and Sexton (1992) y Hamilton and Sunding (1997). Dos recientes publicaciones de Hamilton and Sunding (1998) and Alston, Sexton, y Zhang (1997) señalan que la existencia de comportamientos no competitivos en los eslabones adelante de la agricultura tiene importantes implicaciones para los impactos del cambio técnico a nivel de la agricultura.

Considérese una situación donde el sector agrario es competitivo y vende su producto a un sector procesador monopsonista. Sea  $X$  el nivel de producto agrario;  $R$ , el gasto en investigación;  $W$ , el precio pagado al productor agrario;  $P$ , el precio del producto final y  $f$  la función de producción del procesamiento.

El problema del monopsonista es maximizar:  $\max_X Pf(X) - W(X, R)X$  (1)

Si se asume que el sector agrario es competitivo,  $W$  es simplemente el costo marginal de producir la materia prima (producto agrario). Es natural asumir que:

$\frac{\partial W}{\partial X} > 0$ , ya que la oferta está positivamente relacionada con el precio;  
 $\frac{\partial W}{\partial R} < 0$ , ya que la innovación reduce los costos de producción.

La segunda derivada de la función de costo marginal es más ambigua. Una innovación que incremente los rendimientos del cultivo puede tender a ser más elástica la relación de la oferta agraria, y, en este caso:  $\frac{\partial^2 W}{\partial X \partial R} < 0$ .

Sin embargo, la industrialización puede resultar en innovaciones que limiten la capacidad o incrementar la participación de los costos fijos en el presupuesto agrario. En este caso:  $\frac{\partial^2 W}{\partial X \partial R} > 0$ , y relación de oferta se vuelve menos elástica como resultado de la innovación.

Diferenciando totalmente la solución de (1) se sigue que el cambio en el producto agrario ante un incremento exógeno en el gasto de investigación es:

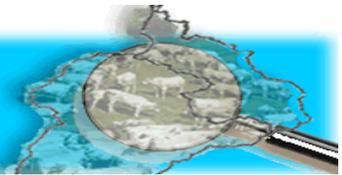
$$\frac{dX}{dR} = \frac{-\left(P \frac{\partial f}{\partial X} - \frac{\partial^2 W}{\partial X \partial R} X - \frac{\partial W}{\partial R}\right)}{CSO}$$

El numerador es de signo indeterminado mientras que el denominador equivale a las condiciones de segundo orden (CSO) del monopsonista, por lo tanto, es negativo.



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



El primero y tercer término del numerador son positivos y negativos respectivamente por el supuesto de productividad marginal positiva en el sector de procesamiento y la naturaleza reductora del costo marginal de la innovación. Este último efecto es llamado el efecto desplazamiento de la innovación sobre la relación de oferta agraria. Hay también un efecto “pivote” que es el representado por el segundo término del numerador. Como se señaló antes, este término puede ser positivo o negativo dependiendo de la forma o de los efectos de la innovación. Así, si la investigación hace que la curva de oferta agraria sea lo suficientemente inelástica, entonces la innovación reductora de costos puede realmente reducir el nivel de equilibrio del producto agrario.

Hamilton and Sunding (1998) desarrollaron este punto en el contexto de un modelo más general de oligopsonio en el sector de procesamiento. Ellos señalan que un “pivote” inelástico aumenta el grado de poder de mercado del monopsonista e incrementa su capacidad para deprimir la producción agraria. Si la relación de oferta agraria se vuelve lo suficientemente inelástica siguiendo la innovación, este efecto puede anular el de aumentar el producto procedente de la reducción de los costos de producción.

Este efecto “pivote” solamente importa cuando hay competencia imperfecta en los eslabones hacia delante de la cadena. El segundo término en el numerador desaparece si el sector de procesamiento es competitivo. Por lo tanto, en el caso de competición perfecta en los eslabones superiores la reducción del costo marginal de la agricultura es una condición suficiente para que el producto agrario crezca.

## 2. Adopción tecnológica y modelos.

### 2.1. Adopción y difusión

En general, parece existir un intervalo entre el momento en que una innovación es desarrollada y su disponibilidad en el mercado con el tiempo en que es usada ampliamente por los agricultores. La adopción y la difusión son los procesos que gobiernan la utilización de las innovaciones.

Los estudios de comportamiento de la adopción enfatizan en los factores que afectan si y cuándo un determinado individuo comenzaría a utilizar la innovación. Las medidas de adopción pueden indicar tanto el tiempo y la magnitud en que la nueva tecnología es utilizada por los individuos. El comportamiento de la adopción puede ser descrito por más de una variable:

- i) por una variable discreta, sí o no utiliza una determinada innovación; o
- ii) por una variable continua, que indica en que magnitud una innovación divisible es utilizada.

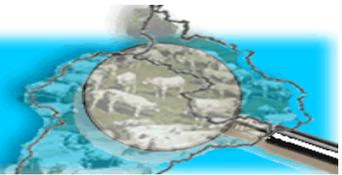
Por ejemplo, una medida de la adopción de una variedad de semilla de alto rendimiento por un agricultor es una variable discreta denotando si esta variedad está siendo utilizada por el agricultor en una cierta medida; otro indicador podría ser el porcentaje de tierra cultivada por el agricultor con esa variedad.

La difusión puede ser interpretada como una adopción agregada. Los estudios de difusión describen una innovación que penetra su mercado potencial. Como con la adopción, puede haber varios indicadores de difusión de una tecnología específica. Por



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona Noroccidental del Caribe Colombiano



ejemplo, una medida de la difusión puede ser el porcentaje de la población agraria que adopta una nueva innovación; otra, la participación porcentual de la tierra con respecto al total de la tierra en la que la innovación puede ser utilizada.

### 2.1.1. La difusión como una forma de S

Los estudios sobre comportamiento de la adopción y la difusión fueron abordados inicialmente por los sociólogos. Rogers (1962) dirigió los estudios sobre la difusión del maíz híbrido en Iowa y comparó diferentes tasas de difusión en diferentes países. Él, y otros sociólogos rurales, encontraron que en la mayoría de los países la difusión tuvo una forma de S en el tiempo. En estos estudios se enfatiza bastante sobre la importancia de la distancia y la geografía en el comportamiento de la adopción y la difusión. Las regiones más alejadas de un cierto punto focal (centro regional) probablemente adoptan la tecnología con retardo. Este patrón es consistente con los hallazgos de los modelos Threshold, introducidos por David (1969), pues el aprendizaje inicial y el establecimiento de la nueva tecnología pueden implicar significativos costos de viaje y transporte y estos costos se incrementan con la distancia.

La geografía plantea dos barreras a la adopción: la variabilidad climática y la distancia. La inversión en infraestructura para reducir costos de transporte (caminos y líneas de teléfono) probablemente acelera la adopción. Los impedimentos planteados por la distancia probablemente se reducen con la ampliación de las tecnologías de la comunicación y la radio. El mayor desafío es adoptar tecnologías de zonas con latitudes diferentes y condiciones ecológicas variantes.

Los estudios estadísticos de difusión han estimado la ecuación de la forma

$$Y_t = K[1 + e^{-(a+bt)}]^{-1}$$

$Y_t$ , es la tasa de difusión en el tiempo  $t$  (porcentaje de tierra de los agricultores que adoptaron innovación),

$K$ , es el límite superior de largo plazo de la difusión,

$a$ , refleja la difusión al comienzo de la estimación del periodo,

$b$ , es una medida de la tasa de difusión.

### 2.1.2. La difusión como un proceso de imitación

La difusión ha sido vista también como un proceso de imitación donde los contactos con otros conducen a ampliar el uso. Mansfield (1963) consideró la siguiente ecuación logística para explicar la evolución de la difusión

$$\frac{\partial Y_t}{\partial t} = bY_t \left(1 - \frac{Y_t}{K}\right)$$

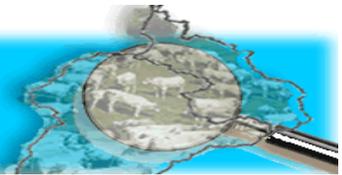
Indica, que la difusión marginal en el tiempo  $t$  es proporcional al nivel de producto objeto de difusión  $Y_t$ , y de la difusión potencial no utilizada  $\left(1 - \frac{Y_t}{K}\right)$ .

El coeficiente de proporcionalidad  $b$  depende de la rentabilidad, el tamaño de la empresa, etc.



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



La difusión marginal es muy pequeña en las primeras etapas cuando  $Y \rightarrow 0$ , y la difusión alcanza su límite cuando  $Y \rightarrow K$ . Para una innovación que ha sido totalmente adoptada en el largo plazo  $K = 1$ . Por lo tanto,  $\frac{\partial Y_t}{\partial t} = bY_t(1 - Y_t)$

La inflexión ocurre cuando la innovación es adoptada por el 50% de los productores.

### 2.1.3. Modelos Umbrales o Treshold

Los modelos Threshold de difusión tecnológica asumen que los productores son heterogéneos y maximizadores.

Una fuente de heterogeneidad puede ser el tamaño de la unidad de producción agraria. David (1969) los introdujo para explicar la adopción de la maquina cosechadora de granos en los Estados Unidos en el siglo 19. Argumentó que la principal fuente de heterogeneidad entre los agricultores fue el tamaño de la explotación agraria y derivó un tamaño mínimo requerido para la adopción de varias partes del equipo.

Olmstead and Rhode (1993) revisó documentos históricos que muestran que en un gran número de casos los pequeños agricultores adoptaron algunas de las nuevas tecnologías porque estaban cooperados y conjuntamente compraron equipos de cosecha.

Estos modelos también aplican en otros casos donde la fuente de la diferencia es la calidad de la tierra o el capital humano. Caswell y Zilberman (1986), por ejemplo, argumentaron que las tecnologías modernas de irrigación aumentaron la calidad, y predijeron que el riego por goteo y aspersion sería adoptado en tierras donde la capacidad de mantener agua está debajo de un cierto umbral. Akerlof (1976) en su trabajo sobre castas y competitividad en la vida moderna, sugirió que las diferencias en capital humano establecen umbrales que resultan en diferencias en la adopción de diferentes tecnologías y prácticas.

Los modelos de umbrales cambiaron el énfasis empírico de los estudios de difusión a los estudios de comportamiento de adopción de los agricultores individuales y a la investigación de las fuentes de heterogeneidad. Dos enfoques empíricos se han identificado en el análisis de datos transversales mensuales:

- i) sobre la elección tecnológica y,
- ii) otro sobre la elección de parámetros y características de cada una de las empresas individualmente.

En el primero, que es el enfoque más popular, la variable dependiente denota sí o no cierta tecnología es usada en un producto agrario o una unidad empresarial en un cierto periodo, y se utilizan técnicas econométricas como logic o probit para explicar la elección discreta de la tecnología. La variable dependiente para el segundo enfoque denota la duración de la tecnología usada por la empresa (¿cuántos años hace que se adoptó tal tecnología? es la pregunta que se plantea).

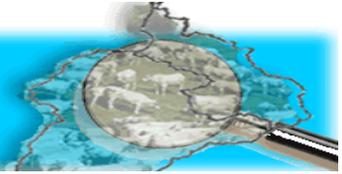
### 2.2.Consideraciones de Riesgo

La adopción de una nueva tecnología puede aumentar el riesgo asociado con la agricultura. Los agricultores tienen incertidumbre sobre las propiedades y el desempeño de una nueva tecnología y esta incertidumbre interactúa con los factores aleatorios que



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



afectan a la agricultura. La cantidad de riesgo asociado con las nuevas tecnologías dio origen a varios enfoques de modelación que enfatizan aspectos del problema que son importante para diversos tipos de innovación. En particular, algunos modelos son apropiados para tecnologías divisibles y otras para indivisibles, otros destacan los aspectos dinámicos mientras que otros son de naturaleza estática.

La mayoría de la literatura de adopción en la agricultura fue desarrollada para explicar la adopción de variedades de semillas de alto rendimiento, introducidas como parte de la revolución verde. Los estudios empíricos establecieron que estas tecnologías no son totalmente adoptadas por los agricultores en el sentido que asignan sólo una parte de su tierra en ellas y la otra continuaban asignándola a las variedades tradicionales. Roumasset (1976) y otros argumentaron que las consideraciones de riesgo fueron importantes en la explicación de esta diversificación: mientras más alto fuera el rendimiento esperado, más alto era el riesgo.

Un modelo útil para modelar las elecciones asociadas con la adopción de variedades de alto rendimiento es usar el modelo estático de portafolio de la utilidad esperada para resolver un problema discreto ( sí o no adoptar la nueva tecnología totalmente); también la adopción puede modelarse como un problema de optimización continua en el que las elecciones son la participación óptima de la tierra dedicada a la nueva tecnología y a los insumos variables, como lo hacen Just and Zilberman (1988) y Feder and O' Mara (1981).

Bajo el supuesto que los agricultores tienen aversión al riesgo y este es función del tamaño de la empresa (un proxy de la riqueza esperada), Feder, Just y Zilberman (1985) reportan resultados de varios estudios en los que se muestra que cuando hay adopción la participación total de las modernas tecnologías disminuye con el tamaño de las empresas de los adoptadores.

### 2.3. Consideraciones dinámicas

El resultado de la adopción tecnológica está afectado por procesos dinámicos que resultan en cambios en los precios de los bienes de capital e insumos, aprendizaje de los productores y usuarios de los bienes de capital, etc. Algunos de estos procesos tienen componentes aleatorios e incertidumbres significativas en el tiempo.

Un asunto clave en la economía de la innovación y la adopción es entender el impacto del cambio tecnológico sobre los precios y en particular el bienestar de la población agraria en el tiempo. Cuando una innovación que incrementa la oferta es adoptada en grado importante, conduce a una reducción de los precios del producto, especialmente en productos agrarios con baja elasticidad de demanda. En sus estudios de adopción de nuevas tecnologías, Cochrane (1979) dividió la población agraria en tres subgrupos:

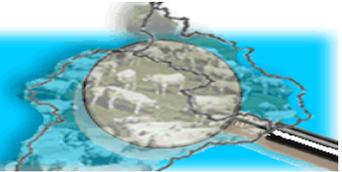
- i) los adoptadores líderes
- ii) los seguidores, y
- ii) los rezagados

Los líderes constituyen una pequeña fracción de la población, por lo que el impacto de su decisión de adopción sobre la oferta agregada y por lo tanto sobre el precio de los



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



productos es relativamente pequeño. Estos individuos, por lo tanto, pueden obtener ganancias de esta adopción.

Los seguidores son una gran parte de la población del sector, quienes tienden a adoptar durante la etapa del despegue de esta. Su elección de adopción eventualmente tenderá a reducir los precios, que a su vez reducen las ganancias. Estos pueden perder o ganar como resultado de su decisión.

Los rezagados son los agricultores que adoptan ya sea en la etapa de descenso o no adoptan en todo. Estos individuos pueden perder por el cambio tecnológico. Si ellos no adoptan, producen la misma cantidad de antes a precios reducidos; si adoptan, el efecto sobre el precio puede anular las ganancias asociadas con los más altos rendimientos.

Con base en este análisis, Cochrane argumentó que los agricultores, como un todo, probablemente no van a ganar de la introducción de innovaciones en la agricultura, excepto los del pequeño grupo de los líderes. La introducción de una nueva tecnología produce un cambio estructural y empeora a un gran número de pequeños agricultores. Los ganadores reales de cambio tecnológico y de la innovación en la agricultura son probablemente los consumidores, que pagan menos por los precios de los alimentos.

Kislev and Schori-Bachrach (1973) desarrollaron modelos empíricos y conceptuales basados en el análisis de Cochrane usando datos de Israel. Mostraron que pequeños subgrupos de agricultores son los innovadores líderes que adoptan la nueva tecnología. Cuando hay una oleada de nuevas tecnologías estos individuos, que han tenido una alta educación y otros indicadores de capital humano, tienen la capacidad de tomar ventaja del cambio tecnológico y las ganancias

El modelo de Cochrane se modifica cuando los productos enfrentan demandas perfectamente elásticas, por ejemplo, si la adopción ocurre en el sector de bienes de exportación de un país pequeño. En este caso el impacto del aumento de las ganancias asociadas con la introducción de la nueva tecnología conduce a un incremento de la renta de la tierra que puede ocurrir un tiempo después que se introdujo la innovación. Por lo tanto, los líderes obtienen ganancias por encima de lo normal y los seguidores pueden ver anuladas sus ganancias por el alto incremento de las rentas de la tierra.

## 2.4. Restricciones institucionales a la innovación.

Algunas de las más importantes restricciones están relacionadas con el crédito y las relaciones de tenencia de la tierra.

### 2.4.1. El crédito.

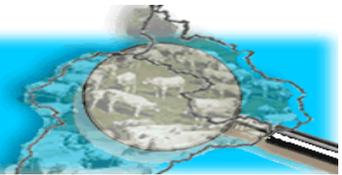
La información asimétrica entre prestamistas y prestatarios y las condiciones de incertidumbre en la agricultura y en los mercados financieros, han conducido a imperfecciones en los mercados de crédito, siendo la más notable la restricción del crédito que afecta el comportamiento de la adopción.

Just and Zilberman (1983) introdujeron una restricción del crédito en un modelo estático de adopción bajo incertidumbre. Mostraron que los agricultores pequeños con un tamaño en determinado rango no adoptarán; otros con un rango mayor adoptarán



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



parcialmente, y los más grandes se especializarán en la nueva tecnología. La tasa de interés y otros cargos financieros pueden ser diferenciados de acuerdo con el tamaño de las unidades de producción. Los bancos perciben que los pequeños agricultores pueden ser más riesgosos, así que buscan recompensar los costos fijos del trámite del crédito. Si el precio de los créditos es más alto para los pequeños agricultores, ese obstáculo extra reducirá a un mínimo las explotaciones con tamaños requerido para la adopción de la nueva tecnología y hará más lenta la adopción por explotaciones más pequeñas. Por tanto, ventajas en las condiciones del crédito puede ser otra razón para que los agricultores de mayor tamaño adopten las nuevas tecnologías más temprano.

#### 2.4.2. Relaciones de tenencia.

La relación más simple son los contratos de renta fija, en los que los operadores pagan, como su nombre lo indica, una renta fija a los terratenientes. Varios factores determinan cómo estos contratos afectan el comportamiento de la adopción.

En el caso de contratos de corto plazo, la probabilidad que los arrendatarios adopten una tecnología que requiere inversiones en infraestructura física y mejoramiento de la tierra, es muy baja. En este caso, existe un disuasivo importante para la adopción. De otra parte, los contratos de renta fija no serán un disuasivo mayor si la innovación no requiere una modificación significativa de la infraestructura física, o si ella aumenta o es dependiente del capital humano o físico del operador

Realmente, en algunos casos, la existencia de un mercado de arrendamiento de la tierra eficiente puede acelerar la adopción de tecnologías que requieren una determinada escala de operación. En efecto, algunos agricultores pueden aumentar la tierra utilizada por ellos arrendándoles tierra de otros agricultores aumentando por tanto su capacidad para la adopción de equipos de mayor tamaño. En consecuencia, es útil distinguir entre operadores grandes que utilizan acuerdos de renta para incrementar el área bajo su control (los acuerdos de renta pueden facilitar la adopción) y los pequeños operadores sin tierra de su propiedad. Para estos, debido a las restricciones de crédito, la falta de tierras puede ser un disuasivo importante para la adopción, aún para tecnologías que no suponen mejoras en la tierra y los activos relacionados.

#### 2.4.3. Insumos complementarios e infraestructuras.

La introducción de nuevas tecnologías puede incrementar la demanda por otros insumos complementarios, y si la oferta de estos insumos es restringida, la adopción será también limitada. El análisis de McGuirk y Mundlak (1991) de la adopción de variedades de alto rendimiento en el Punjab mostraron que la adopción estuvo restringida por la disponibilidad de agua y fertilizantes.

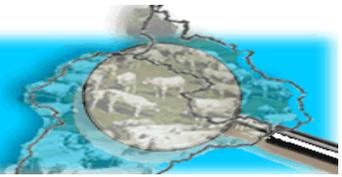
#### Referencias Bibliográficas

Akerlof, G. (1976): The economics of caste and of the rate race and other woeful tales. *Quarterly Journal of Economics* 90:591-617



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



Alston, J., Sexton, R. y Zhang, M. (1997): The effects of imperfect competition on the size and distribution of research benefits. *American Journal of Agricultural Economics*, AJAE, 79(4):1252-1265

Binswanger, H. y McIntire, J. (1987): Behavioral and material determinant of production relations in abundant tropical agriculture. *Journal of Economics Development and Cultural Change* 36(1):73-100.

Boserup, E (1965): *Las condiciones del crecimiento de la agricultura*.

Caswell, M y Zilberman, D (1986): The effects of well depth and land quality on the choice of irrigation technology. *AJAE* 68(4): 798-811

Cochrane, W (1979): *The development of American agriculture: A historical analysis*. University of Minnesota Press

David, P (1969): A contribution to the theory of diffusion. Memorandum nro 71, Stanford center for research in economic growth.

Feder, G., Just, R y Zilberman, D (1985): Adoption of agricultural innovation in developing countries. A survey. *Economic Development and Cultural Change* 33(29):255-298

Feder, G and O' Mara, G (1981): Farm size and the adoption of green revolution technology. *Economic Development and Cultural Change* 30:39-56

Hamilton, S and Sunding, D (1997): The effects of farm supply shifts o concentration and market power in the food processing sector. *AJAE* 79:524-531

\_\_\_\_\_ (1998): Return to public investment in agriculture with imperfect downstream competition *AJAE* 80(4): 830-838

Hayami, Y y Ruttan, V (1985): *El desarrollo agrícola .Una perspectiva internacional*, FCE, México

Just, R. and Zilberman, D (1983): Stochastic structure, farm size and technology adoption in developing agriculture. *Oxford economic papers* 35(2):307-328

\_\_\_\_\_ (1988): The effects of agricultural development policies on income distribution and technological change in agriculture. *Journal of Development Economics*, 28:193-216

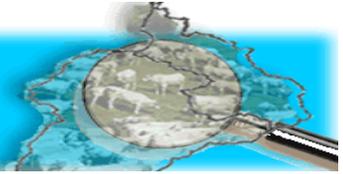
Just, R and Chern, W (1980): Tomatoes, technology and oligopsony. *Bell Journal of Economics* 11:584-602

Kislev, Y. and Schori-Bachrach, N. (1973): The process of an innovation cycle, *AJAE* 55(1):28-37



# OPCA

Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona  
Noroccidental del Caribe Colombiano



Mansfield, E (1963): The speed of response of firms to new techniques. Quarterly Journal of Economics 77:290-311

McGuirk, A y Mundlak, Y (1991): Incentive and constraints in the transformation of Punjab agriculture. Research report 87, IFPRI

Olmstead, A and Rhode, P (1993): Induced innovation in American Agriculture. A reconsideration. Journal of political economy 101(1):100-118.

Rogers, E (1962): Diffusion of innovations. Free Press of Glencoe

Roumasset, J (1976): Rice and risk: decisions making among low-income farmers. North Holland Amsterdam.

Wann, J and Sexton, R (1992): Imperfect competition in multiproduct food industries with application to pear processing, AJAE 74(4):989- 990