

Los aspectos económicos de la agricultura de conservación



Los aspectos económicos de la agricultura de conservación

**Sevicio de Manejo de las Tierras y de la Nutrición de las Plantas
Dirección de Fomento de Tierras y Aguas**

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN
Roma, 2003**

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

ISBN 92-5-30687-2

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Jefe del Servicio de Gestión de las Publicaciones de la Dirección de Información de la FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia, o por correo electrónico a copyright@fao.org

© FAO 2003

Los Aspectos Económicos de la Agricultura de Conservación

Sevicio de Manejo de las Tierras y de la Nutrición de las Plantas
Dirección de Fomento de Tierras y Aguas

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA
ALIMENTACIÓN

Roma, 2003

[Indice](#)

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

ISBN 92-5-30687-2

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Jefe del Servicio de Gestión de las Publicaciones de la Dirección de Información de la FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia, o por correo electrónico a copyright@fao.org

© FAO 2003

Indice

[Prólogo](#)

[Agradecimientos](#)

[Capítulo 1. Introducción](#)

[Antecedentes y objetivos](#)

[La definición de agricultura de conservación](#)

[Un planteamiento económico para promover la agricultura de conservación](#)
[Un marco de trabajo conceptual para estudiar la adopción de la agricultura de conservación](#)

Capítulo 2. Factores que tienen influencia en la agricultura de conservación

[El análisis financiero de la agricultura de conservación frente a las prácticas convencionales](#)

[La zona agroecológica templada en los países desarrollados](#)

[Costos de maquinaria y combustible](#)

[Costos de pesticidas](#)

[Costos de mano de obra](#)

[Costos de fertilizantes y de otros factores de producción](#)

[La zona agro-climática tropical-templada en los países en desarrollo](#)

[Análisis financiero de la agricultura de conservación frente a otras técnicas de conservación](#)

[Otros factores que tienen influencia en la adopción de la agricultura de conservación](#)

[Características de los agricultores](#)

[Características de las explotaciones](#)

[Información](#)

[Factores biofísicos y técnicos](#)

[Factores sociales](#)

Capítulo 3. La agricultura de conservación y el papel de la política

[La influencia de la política en la adopción de la agricultura de conservación](#)

[Cómo puede la política mejorar la adopción de la agricultura de conservación](#)

[Implicaciones del análisis económico y político](#)

[Técnicas de valoración no basadas en los precios de mercado](#)

[El agotamiento del suelo como capital natural](#)

[Presupuesto integral de la explotación](#)

[Técnicas alternativas de evaluación de proyectos](#)

Capítulo 4. Conclusiones

Bibliografía

Apéndices

[Apéndice 1: Resumen de análisis financieros de agricultura de conservación](#)

[Apéndice 2: Revisión de estudios empíricos sobre la adopción de la conservación de suelos y la agricultura de conservación](#)

Cubierta posterior



Capítulo 1. Introducción

Antecedentes y objetivos

La agricultura de conservación (AC) tiene como finalidad hacer un mejor uso de los recursos agrícolas a través de un manejo integrado del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles, unido a una utilización limitada de los factores de producción externos. Contribuye a la conservación ambiental y a una producción agraria sostenible, gracias al mantenimiento de una cubierta orgánica permanente o semi-permanente sobre el terreno. El laboreo cero, el laboreo mínimo, la siembra directa o la rotación variada de cultivos constituyen algunos de los elementos significativos de la AC.

La adopción de la AC en la explotación se asocia a un menor nivel de mano de obra e insumos ligados al consumo energético, a rendimientos más estables y a una mejora en la capacidad de intercambio de los nutrientes del suelo. La rentabilidad de la producción agrícola en la AC tiende a ser mayor en el tiempo con relación a la agricultura convencional. Otros beneficios atribuidos a la AC en las cuencas hidrológicas son una mejor regulación de la hidrología superficial y una reducción en la carga de sedimentos de las aguas superficiales. En un ámbito global, la AC fija el carbono reduciendo, por tanto, el contenido de CO₂ en la atmósfera y ayudando a atenuar el cambio climático. Conserva también la biodiversidad terrestre y edáfica.

La agricultura de conservación se practica en cerca de 57 millones de hectáreas, es decir, cerca del 3 por ciento de los 1 500 millones de hectáreas de tierra arable en el mundo. La mayor parte de la superficie donde se practican las técnicas de AC está localizada en América del Norte y del Sur. La AC se está extendiendo rápidamente en explotaciones pequeñas y grandes de América del Sur, donde los agricultores que la practican están constituidos en organizaciones locales, regionales y nacionales. En Europa, la Federación Europea de Agricultura de Conservación, un grupo regional, congrega asociaciones de AC en el Reino Unido, Francia, Alemania, Italia, Portugal y España.

A pesar de estas ventajas aparentes y de las escasas excepciones notables en el mundo desarrollado, la AC se ha extendido de una forma relativamente lenta, especialmente en los sistemas de explotación de los climas templados. La transformación de la agricultura convencional a la AC requiere un agricultor cuidadoso en el manejo de la explotación y supone una inversión en la compra de nuevos equipos. Además, podrían también ser necesarios unos niveles mínimos de capital social para fomentar su expansión.

A la vista de esta situación, la finalidad del presente estudio es identificar y analizar las condiciones financieras y de otro tipo que animan a los agricultores a adoptar prácticas de AC. El estudio realiza una revisión de la bibliografía existente y analiza los aspectos económicos de la adopción de esta tecnología en la explotación. Se identifican las divergencias entre los beneficios asociables al sector privado y los beneficios nacionales o

globales como resultado de la expansión de la superficie bajo AC. Se examinan también las políticas y opciones para unir ambos beneficios, particularmente si se tiene en cuenta la política actual existente tanto en los países desarrollados como en desarrollo.

El resto del capítulo examina el concepto de AC. Se discuten los beneficios económicos de la AC para desarrollar un planteamiento de actuación de ámbito nacional e internacional que promueva la adopción de la AC. Se presenta después un marco de trabajo conceptual que ayude a comprender los factores que influyen en la adopción de la AC por parte de los agricultores. El Capítulo 2 analiza la situación de la explotación en relación con las ayudas financieras y otros factores. El Capítulo 3 discute la política existente para el establecimiento de la AC y subraya las nuevas directrices para esta política. El Capítulo 4 presenta las conclusiones y recomendaciones que se derivan del estudio. Los apéndices presentan resúmenes de otros estudios examinados en el curso de esta investigación.

La definición de agricultura de conservación

La AC ha surgido como una alternativa a la agricultura convencional y como consecuencia de las pérdidas en la productividad del suelo debidas a su degradación (por ejemplo erosión y compactación). La AC busca reducir la degradación del suelo a través de diferentes prácticas que minimizan la alteración de la composición del suelo y de su estructura, así como los efectos sobre la biodiversidad natural. En general, la AC incluye cualquier práctica que reduzca, cambie/elimine el laboreo del suelo y evite la quema de rastrojos para mantener una cubierta superficial adecuada a lo largo del año (ECAAF, 2001). En contraste, las formas convencionales de agricultura utilizan generalmente arados profundos para permitir la preparación del terreno (FAO, 2001). La línea entre agricultura convencional y AC es a menudo difusa ya que la agricultura convencional utiliza muchas prácticas típicas de la AC, como el laboreo mínimo o el no laboreo. Por tanto, la característica que diferencia ambas es la mentalidad del agricultor. El agricultor convencional cree que labrar el suelo suministrará beneficios a la explotación e incrementaría dicho laboreo si fuera económicamente posible. Por otra parte, el agricultor conservacionista cuestiona la necesidad del laboreo en primera instancia y se siente incómodo cuando éste se realiza.

La AC mantiene una cubierta orgánica permanente o semi-permanente en el suelo consistente en un cultivo o un acolchado. La función de esta cubierta orgánica es proteger físicamente al suelo del sol, la lluvia y el viento y alimentar la fauna y flora del suelo. En ocasiones, los microorganismos y la fauna del suelo, podrían realizar la función de laboreo y de equilibrio en los nutrientes del suelo, manteniendo por tanto, su capacidad de auto-regeneración. El laboreo cero con siembra directa es quizá el mejor ejemplo de AC ya que evita los problemas causados por el laboreo mecánico. Una rotación adecuada de cultivos constituye también una buena forma de evitar problemas de enfermedades y plagas. Las dos últimas décadas han presenciado el perfeccionamiento de las tecnologías asociadas con la agricultura de laboreo mínimo o no laboreo y su adaptación para explotaciones de prácticamente todos los tamaños, tipos de suelo y cultivos y zonas climáticas.

Algunos ejemplos de las técnicas de AC son:

- Siembra directa/plantación directa/no laboreo: el suelo permanece sin labrar desde la recolección hasta la siembra o la plantación, excepto para la aplicación de fertilizantes, que se realiza mediante inyección. La siembra o la plantación tiene lugar en un lecho de siembra estrecho o ranura creada por medio de discos de corte ondulado,

escardadoras en líneas, arados de disco, arados de cincel en líneas o arados rotativos. El control de las malas hierbas se realiza fundamentalmente mediante herbicidas de bajo impacto ambiental. El cultivo es una posibilidad para el control de la emergencia de las malas hierbas. La siembra directa y el no laboreo constituyen la mejor opción para cultivos anuales.

- Laboreo en lomos: el suelo permanece sin labrar desde la recolección hasta la siembra o la plantación, excepto para la aplicación de fertilizantes, que se realiza mediante inyección. La siembra tiene lugar en un lecho preparado en lomos o caballones formados con asurcadoras, discos aporcadores, discos de corte ondulado o escardadoras en líneas. El residuo se deja en la superficie entre lomos. El control de las malas hierbas se realiza mediante herbicidas y/o cultivadores. Los caballones son reconstruidos durante el periodo de cultivo.
- Laboreo con acolchado/laboreo reducido/laboreo mínimo: se le da una labor al suelo previa a la siembra, mediante arados de cincel, cultivadores, discos o gradas. El control de las malas hierbas se realiza mediante herbicidas y/o cultivadores. En el laboreo sin volteo, el suelo se labra (pero no se invierten sus capas) inmediatamente después de la recolección para incorporar parcialmente los rastrojos o restos de los cultivos y promover la germinación de las semillas de las malas hierbas que suministran al suelo una cubierta protectora durante el periodo entre cultivos. Estas malas hierbas se destruyen posteriormente (mediante herbicidas) y se incorporan en la siembra, en una pasada, con sembradoras que no volteen la tierra.
- Cultivos de cubierta protectora: se trata de la siembra de especies apropiadas o el crecimiento de vegetación espontánea entre las filas de árboles o en el periodo de tiempo entre cultivos anuales sucesivos, como una medida para prevenir la erosión del suelo y controlar el crecimiento de las malas hierbas. El manejo de los cultivos como cubierta protectora utiliza generalmente herbicidas con un impacto ambiental mínimo.

La definición de AC empleada en el presente estudio es más amplia que la empleada por la FAO (no laboreo con siembra directa y mantenimiento de rastrojos de cultivos como cubierta protectora, sin la incorporación de éstos, junto con rotaciones de cultivo). Esta interpretación más amplia del concepto recoge un gran número de datos y fuentes de información, ya que muchos estudios emplean diferentes definiciones de AC y la definición aquí presentada recoge la mayor parte de estas variaciones.

Un planteamiento económico para promover la agricultura de conservación

El Cuadro 1 presenta un perfil de los costos y beneficios asociados a la AC. La distinción entre impactos locales, nacionales y globales es importante, ya que posibilita el dar una explicación racional a los programas nacionales o globales que apoyan la adopción de la AC, según la importancia de los beneficios netos en cada uno de ellos. Los beneficios en un ámbito nacional son especialmente importantes y constituyen un buen argumento para conseguir un apoyo político. Uri *et al.* (1999a) estimaron que los beneficios derivados de la erosión (pérdidas no producidas debidas a la erosión laminar, hídrica y eólica) generados en los Estados Unidos de América, en áreas con laboreo de conservación, variaban de 90,3 a 288,8 millones de dólares EE.UU. en 1996.

Desde la perspectiva del agricultor, los beneficios de la AC pueden ser bien locales o globales (reducción de la contaminación en los sedimentos, fijación de carbono, etc.). El Cuadro 1

muestra que mientras muchos de los costos incrementales asociados a la adopción de la AC aumentan en las explotaciones, pocas líneas de beneficios hacen lo mismo en términos relativos. El Cuadro 1 parece confirmar que existe una divergencia entre el interés de la sociedad por la AC y su atractivo potencial por los agricultores.

Pocos estudios empíricos consideran los beneficios económicos de la AC en la zona agroecológica tropical, siendo la mayor parte de las experiencias recogidas para las regiones desarrolladas, como América del Norte. Por ejemplo, Stonehouse (1997) simuló en toda su extensión las prácticas de no arar y de no laboreo en el sur de Ontario, Canadá, y encontró que ambas suministraban beneficios modestamente mayores que el laboreo convencional. Las ventajas de no arar y del no laboreo eran todavía mayores si se incluían los beneficios globales. Los beneficios globales que se consideraron fueron la pesca aguas abajo y la reducción en los costos de dragado. Dichos beneficios suponían el 43 y 10 por ciento, respectivamente, de los beneficios sociales netos provenientes del laboreo de conservación. Por tanto, a pesar de los mayores beneficios marginales de la AC, la escasa capacidad para considerar los beneficios globales conlleva que la AC sea adoptada por un menor número de agricultores.

CUADRO 1

Beneficios económicos potenciales y costos asociados a la agricultura de conservación y su incidencia

Costes y beneficios	Incidencia		
	Local	Nacional/Regional	Global
Beneficios			
Reducción de los costos de explotación: ahorro de tiempo, mano de obra y mecanización	✓		
Incremento de la fertilidad y retención de humedad del suelo, incrementando el rendimiento a largo plazo, el descenso en las variaciones en los rendimientos y una mayor seguridad alimentaria	✓	✓	✓
Estabilización del suelo y protección contra la erosión, que conduce a reducir la sedimentación aguas abajo		✓	
Reducción de la contaminación tóxica de las aguas superficiales y subterráneas		✓	
Caudales más regulares en los ríos, atenuación de las inundaciones y regeneración de pozos secos		✓	
Recarga de acuíferos, como resultado de una mayor infiltración		✓	
Reducción de la contaminación del aire gracias a la maquinaria de laboreo		✓	✓
Reducción de las emisiones de CO ₂ a la atmósfera (fijación de carbono)			✓
Conservación de biodiversidad edáfica y terrestre			✓
Costos			

Compra de equipo de siembra especializado	✓		
Problemas de plagas a corto plazo debido al cambio en el manejo de los cultivos	✓		
Los agricultores requieren nuevos conocimientos en el manejo, lo cual demanda un mayor compromiso por parte del agricultor para aprendizaje y experimentación	✓		
La AC supone la aplicación adicional de herbicidas	✓	✓	
Formación y operación para grupos de agricultores	✓	✓	
Riesgo claramente percibido por los agricultores debido a la incertidumbre tecnológica	✓	✓	
Desarrollo de un paquete de medidas adecuadas y programas de formación		✓	

Fuentes: adaptado de la ECAF, 2001 y FAO, 2001.

Otros estudios encuentran una compensación entre los beneficios económicos y el respeto al ambiente, con la adopción de prácticas agrícolas de conservación progresivamente intensivas. Kelly, Lu y Teasdale (1996) sostienen que un no laboreo estricto produce beneficios más altos que el laboreo convencional y reduce el índice de riesgo ambiental de 78,9 a 64,7. Dicho índice tiene en cuenta el riesgo de erosión del suelo, las pérdidas de fósforo y nitrógeno y la contaminación potencial por pesticidas. Con la incorporación de cultivos de cubierta protectora y reemplazando los fertilizantes por estiércol, la opción de la AC es menos rentable que el laboreo convencional. Sin embargo, el índice de riesgo ambiental alcanza 50 o incluso un valor inferior si se realiza una compensación neta económico-ambiental desde una perspectiva social.

La preocupación global sobre la degradación del suelo constituye un argumento que ayuda a apoyar una intervención en el ámbito internacional. Este argumento se sustenta no sólo en la preocupación sobre lo que sucederá dentro de cada nación individualmente sino también en la posible presencia de costos regionales o globales impuestos por la degradación del suelo. En otras palabras, podrían existir beneficios globales por adoptar la AC y otras tecnologías de mejora del suelo. El Cuadro 2 presenta una clasificación de las diferentes funciones de los ecosistemas asociadas a los recursos edáficos que podrían tener una dimensión global.

El Cuadro 2 muestra que existen beneficios potenciales globales asociados a la adopción de la AC. Por ejemplo, existe una relación entre la fijación de carbono en el suelo y el calentamiento global ya que la fijación de carbono en la materia orgánica a largo plazo reduce la carga atmosférica de carbono. Sin embargo, los beneficios asociados a dicha fijación en el suelo podrían ser inexistentes si la degradación del suelo lleva consigo una transferencia de carbono de un lugar a otro sin una liberación neta a la atmósfera. Para la AC, Uri (1999a) sostiene que «los beneficios a obtener de la fijación de carbono dependerán de hasta qué punto quede el suelo sin alterar».

En ausencia de prácticas de manejo del suelo sostenibles, la degradación de éste puede conducir a pérdidas en los cultivos y el ganado, con implicaciones regionales o globales (refugiados, hambruna, etc.). En los países donde el resto del mundo suministra asistencia, estos recursos son mal gestionados y una adopción precoz de la AC u otras prácticas podría haber evitado este problema. Además, las tierras bajo AC mantienen una fauna terrestre y una

microfauna asociada al suelo que constituyen componentes de relevancia en la biodiversidad global, tal y como lo demuestra el descubrimiento de la *penicilina* y la *estreptomycina*. Por tanto, una buena conservación y un buen manejo del suelo pueden tener beneficios que el agricultor no es capaz de prever, pero que tienen implicaciones reales para el ambiente en un ámbito global.

CUADRO 2

Las funciones de los ecosistemas de tierras con agricultura de conservación y las implicaciones globales de su no adopción

Funciones del ecosistema suelo (valores del uso indirecto)	Implicaciones potenciales, globales o regionales, de la degradación del suelo
Soporte para las plantas (por ejemplo cultivos) y animales (por ejemplo Ganado) introducidos	Pérdida de producción vegetal o animal, que conduce a problemas de eco-refugiados y hambrunas; se requiere intervención internacional
Soporte del hábitat de la fauna salvaje	Pérdida de biodiversidad de importancia global.
Fuente de micronutrientes para el consumo humano (por ejemplo calidad de la alimentación frente a cantidad)	Deficiencias dietéticas y enfermedades, que requieren la intervención internacional
Efecto atenuante y regulación en el ciclo hidrológico (por ejemplo drenaje, almacenamiento temporal, etc.); protección de cuencas	Inundaciones, transporte de sedimentos y problemas de sedimentación transfronterizos; una escasa infiltración trae consigo una reducción en los rendimientos de los cultivos (ver arriba)
Descomposición y reciclaje (por ejemplo vertido de aguas residuales)	Pérdida de biodiversidad de microorganismos y gusanos de tierra destacables (por ejemplo <i>penicilina</i> , <i>estreptomycina</i>); acumulación de desechos de proporciones globales
Regulación de los gases atmosféricos y de los ciclos elementales (por ejemplo fijación de carbono)	Liberación de gases relacionados con el efecto invernadero y el calentamiento global debido a la remoción de materia orgánica

Fuente: adaptado de Scherr, 1999.

Un marco de trabajo conceptual para estudiar la adopción de la agricultura de conservación

Los agricultores que adoptan una nueva técnica, acostumbrados a las prácticas convencionales, pueden hacerlo por diferentes razones, entre otras detectar una manera más eficiente y rentable de producir o el ver en una nueva técnica asociada a la AC la solución que buscaban a sus problemas. Los problemas que fomentan el posible cambio a la AC son normalmente la degradación del suelo, la erosión o el descenso en los rendimientos de los cultivos causado por el deterioro de la fertilidad del suelo. Estos puntos de vista se corresponden con el modelo tradicional de innovación en muchos otros sectores, entre ellos la agricultura (Recuadro 1).

RECUADRO 1

UN MANUAL BÁSICO SOBRE LA ADOPCIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA DIFUSIÓN

El estudio de la adopción de la innovación y su difusión tiene sus orígenes en el Medio Oeste de los Estados Unidos de América. En un estudio de la Universidad del Estado de Iowa, Ryan y Gross (1943) mostraron que el patrón de adopción y difusión de un híbrido de maíz era sistemático (es decir regular), abriendo por tanto, la puerta a una investigación más profunda. La adopción y difusión del proceso de innovación se ha definido como la aceptación en el tiempo de un elemento específico por los individuos (o unidades de adopción) ligados a canales específicos de comunicación. La «innovación» incluye «cualquier pensamiento, comportamiento o cosa que sea nueva porque es cualitativamente diferente a las formas existentes» (Jones, 1967). Esta amplia definición recoge cualquier idea o proceso que se percibe que pueda tener una utilidad. En un contexto agrícola, podría tratarse de una nueva variedad de cultivo o de una práctica de manejo adoptada por un individuo, familia o corporación. Muchos estudios se han centrado en el que adopta, con la idea de determinar qué variables podrían contribuir a la adopción o rechazo de una innovación. Mientras que la maximización del beneficio/satisfacción es generalmente un factor determinante, otras variables como los niveles de formación de los que adoptan pueden jugar un papel determinante. Finalmente, la «difusión» es el proceso por el que una innovación se extiende en el tiempo dentro de un sistema social determinado. La Figura 1 muestra la distribución en campana de la capacidad para innovar individual y el porcentaje de individuos potenciales que se piensa que pueden estar normalmente en cada categoría. En un extremo de la distribución están los innovadores. Los innovadores son los que arriesgan y los pioneros que adoptan una innovación en una fase temprana del proceso de difusión. En el extremo opuesto se encuentran los reticentes, quienes se resisten a adoptar la innovación hasta bastante tarde en el proceso de difusión, si es que llegan a hacerlo. La Figura 2 muestra la adopción en el tiempo. Generalmente, las innovaciones se difunden en el tiempo siguiendo un patrón que recuerda una curva sigmoideal. Es decir, que la tasa de adopción de una innovación avanza en un primer periodo de forma lenta de crecimiento gradual, antes de experimentar un periodo de rápido y relativamente dramático crecimiento.



FIGURA 1 Curva de campana que muestra las categorías de innovación individual y los porcentajes dentro de cada categoría

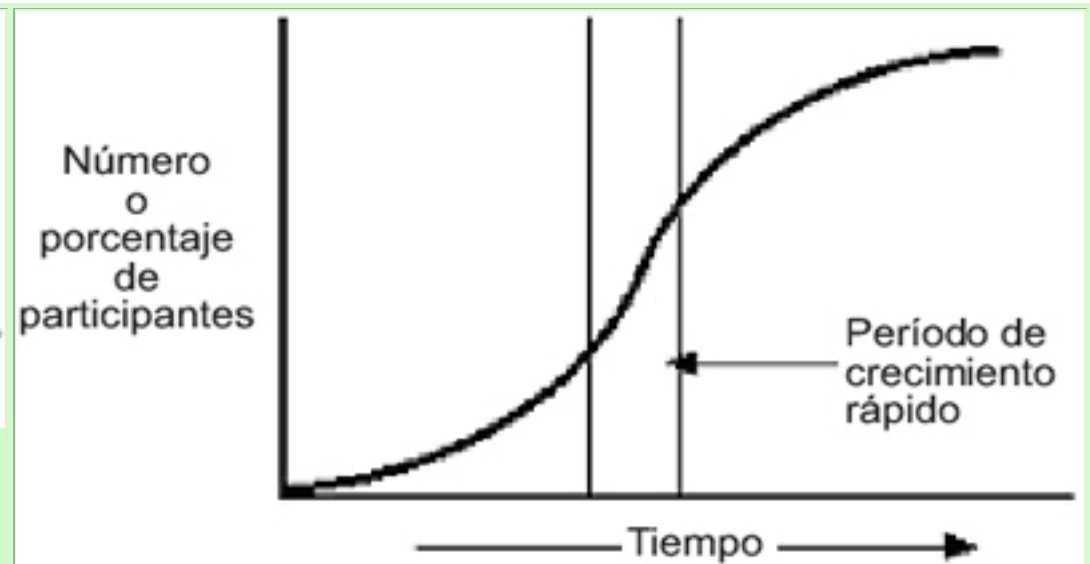


FIGURA 2 Curva sigmoideal que representa la tasa de adopción de la innovación en el tiempo

Fuente: Surrey, 1997.

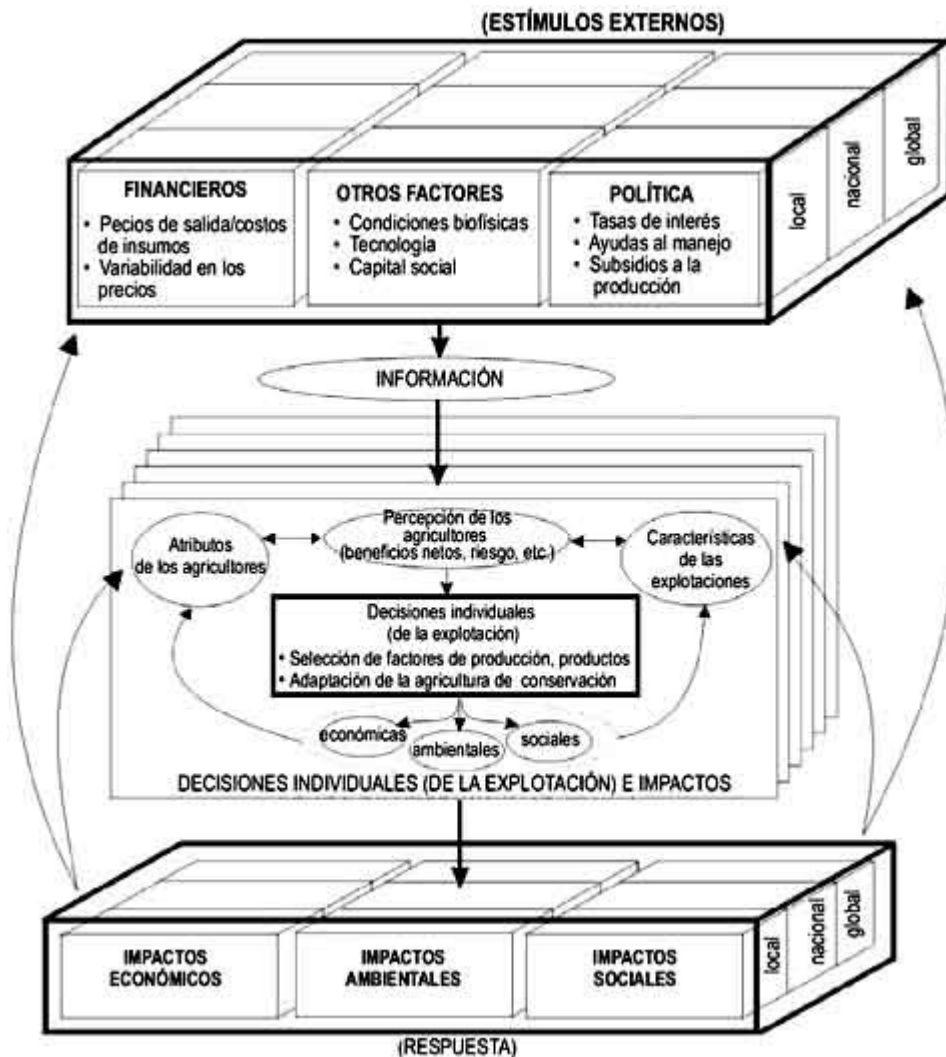
Algunos agricultores han adoptado la AC porque encontraron atractivos los beneficios inmediatos de un incremento en el rendimiento. En esta situación, el cambio en el comportamiento ha sido inducido por un incentivo financiero real, como se sugiere en el modelo clásico descrito en el Cuadro 1. Sin embargo, podría resultar inapropiado confiar en el modelo clásico como base para promover la adopción de las tecnologías de la agricultura de conservación (por ejemplo no laboreo). Esto se debe a que el modelo de adopción y difusión se basa en una «voluntad por parte del agricultor en la toma de decisiones y en el beneficio económico asociado al nuevo comportamiento» (van Es, 1983). Ya que las tecnologías de conservación podrían tener como resultado beneficios sociales netos, aunque también una pérdida financiera neta en las explotaciones, el modelo clásico mostrado en el Cuadro 1 podría no traer consigo un nivel óptimo social en la adopción de la AC.

Además, algunos autores abogan por la presencia de un proceso de innovación complejo y continuo que dirija las tecnologías agrícolas como la AC, utilizando el ejemplo del laboreo cero. Estos sistemas de innovación son no lineales y suponen interacciones complejas y reacciones entre los agentes (por ejemplo agricultores, agentes de extensión y empresas privadas). Estos autores sostienen que dichos sistemas se caracterizan por la presencia de agentes que tienen información limitada pero que están siempre en busca de nuevas oportunidades tecnológicas. Además de las acciones de los agentes individuales, las circunstancias iniciales y la retroalimentación tienen una gran importancia en el proceso de innovación, haciéndolo impredecible. La innovación tecnológica es el resultado de una mezcla particular de condiciones iniciales, acontecimientos aleatorios y tendencias a largo plazo. Como ejemplo, la respuesta de las plagas a las nuevas técnicas de control es impredecible y todavía tiene una influencia significativa en la evolución del desarrollo y adopción de la futura tecnología.

Con independencia del factor que lo motive o el modelo de adopción asumido, los agricultores consideran sólo los aspectos de operación que resultan relevantes desde una perspectiva privada. Típicamente este proceso tiene en cuenta sólo consideraciones de la propia explotación. Sin embargo, sus impactos se podrían extender a explotaciones vecinas y a futuras generaciones si las relaciones sociales y otras consideraciones en el manejo recibieran una mayor prioridad personal. A pesar de esta perspectiva más limitada, muchos factores tienen influencia sobre este punto de vista privado y ayudan a forjar decisiones sobre las nuevas tecnologías o un cambio en las prácticas de la explotación. La Figura 3 muestra una visión de este proceso.

En la Figura 3, las familias realizan una elección tecnológica y toman decisiones sobre el uso del suelo bajo las limitaciones impuestas por los atributos socio-económicos y los recursos de la explotación, así como por otros factores en un nivel más alto a escala local o global. Por ejemplo, debido a la falta de una adecuada tenencia de la tierra y un acceso al crédito, el agricultor no puede invertir en la AC si ésta requiere una gran desembolso de capital. La información sobre las nuevas tecnologías y las condiciones financieras es la precursora de los cambios en las prácticas de las explotaciones y su adquisición no supone generalmente grandes desembolsos financieros. En este sentido, los créditos del gobierno y las políticas de extensión agraria juegan un papel importante. En contraste con el funcionamiento más directo y las ayudas financieras de las políticas del sector agrícola, algunos factores sociales e institucionales tienen una influencia más indirecta. Sin embargo, todos estos factores afectan los beneficios netos, los riesgos y otros elementos monetarios que dirigen el proceso de toma de decisiones.

FIGURA 3 Marco de trabajo conceptual para estudiar la adopción de la agricultura de conservación



Fuente: adaptado de Bradshaw y Smit, 1997; y FAO, 2001.

Las percepciones de los agricultores son fundamentales en este modelo del proceso de toma de decisiones. La política cambiante y las ayudas financieras o el descenso en la calidad del recurso natural avisan al agricultor de que el patrón actual de uso de los recursos familiares podría no ser ya el deseable. Existe una discusión sobre el grado de percepción de los agricultores sobre el deterioro progresivo de los recursos naturales de base. Sin embargo, está suficientemente probado que los pequeños agricultores están generalmente al tanto de la degradación del suelo, aunque otros factores que afectan la producción podrían enmascararlo en algunas ocasiones. La Figura 3 muestra la detección de la degradación del suelo como consecuencia de los mecanismos de retroalimentación.

La AC es sólo una de las muchas opciones disponibles para los agricultores que responde a los cambios percibidos en su entorno de producción. Por ejemplo, unos pocos o todos los miembros de una familia podrían emigrar o aceptar empleos ajenos a la agricultura, o permanecer en la explotación y modificar las prácticas agrícolas. De una forma crítica, el impacto en la productividad del suelo puede ser tanto positivo como negativo, dependiendo de

numerosos factores. Si las familias eligen la emigración, se podría reducir la intensidad con la que cultivan las parcelas existentes o abandonar las tierras antiguas de golpe e incorporar nuevas tierras a las áreas bajo cultivo. Esto último puede tener serias implicaciones si los agricultores transfieren las prácticas de manejo del suelo insostenibles a las nuevas áreas. Existen también muchas alternativas técnicas disponibles para los productores si eligen cambiar el manejo existente en vez de emigrar, y éstas incluyen la AC. La decisión de los agricultores individuales puede tener impactos eventuales bastante más allá de la explotación individual (Cuadro 2).

El funcionamiento de los mecanismos de retroalimentación (Figura 3) cierra el círculo y puede suponer potencialmente la serie de mejoras de auto-reforzamiento en la productividad del suelo, o la rápida degradación.



Capítulo 2. Factores que tienen influencia en la agricultura de conservación

El análisis financiero de la agricultura de conservación frente a las prácticas convencionales

Se puede asumir que la AC es más rentable en regiones tropicales con altas precipitaciones y fuertes pendientes (por ejemplo América Latina) que en zonas templadas y llanas (por ejemplo Canadá o Estados Unidos de América.) ya que las primeras estarían sujetas a un mayor riesgo de erosión bajo un laboreo convencional. Pero esta generalización podría esconder algunas cuestiones complejas que hacen difícil el análisis de los beneficios financieros derivados de la AC. Por ejemplo, en siete de los doce estudios de costos recientes revisados para este estudio (Apéndice 1), el laboreo reducido o el no laboreo mostraba unos beneficios netos más altos que el laboreo convencional, y la mayor parte de estos estudios contemplaba regiones templadas.

La zona agroecológica templada en los países desarrollados

Unos de los primeros análisis financieros completos sobre la AC en grandes explotaciones de países desarrollados (Crosson, 1981) comparaba los costos de las explotaciones con laboreo convencional con los de laboreo de conservación en los Estados Unidos de América. Revisiones más recientes han tendido a reforzar la idea de que la AC representa una escasa diferencia en el costo con respecto al laboreo convencional pero que las condiciones específicas de cada lugar pueden alterar este resultado de diferentes maneras (Cuadro 3). Los siguientes aspectos del costo de los factores de producción forman la base para estas conclusiones generales.

Costos de maquinaria y combustible

Esta es la partida de gastos más importante para los grandes productores y, por tanto, el impacto de la AC en esta línea de gasto es crítica. La mayor parte de los análisis confirman que la AC reduce los costos de maquinaria. El laboreo cero o mínimo trae consigo la utilización de un tractor de menor potencia y realizar un menor número de pases sobre el terreno. Esto también conlleva un menor costo de combustible y costos de reparación. Sin embargo, esta visión simplista enmascara algunas cuestiones que hay que considerar para realizar una comparación justa. Por ejemplo, los agricultores podrían ver la AC como un complemento, más que una sustitución completa de sus prácticas actuales. En el caso de que sólo se produjera un cambio parcial hacia la AC (por ejemplo sólo en algunos campos o en algunos años), entonces los costos de maquinaria se incrementarían ya que se deberían suministrar servicios a dos sistemas de cultivo, o simplemente utilizar en los campos con AC la maquinaria existente de un manera ineficiente.

Para contemplar esta situación compleja, los economistas distinguen entre costos a corto y largo plazo, donde los primeros no asumen ningún ajuste del capital en equipo existente mientras que los últimos sí que lo hacen. Un estudio comparativo de la AC frente al laboreo convencional en Wisconsin (Mueller *et al.*, 1985) encontró que los costos medios a corto plazo en la AC eran mayores que aquellos a largo plazo en cerca de un 7 por ciento. Los costos medios por hectárea a corto plazo en la AC eran mayores que los costos con laboreo convencional. Sin embargo, después de los ajustes del capital, los costos de la AC se situaban por debajo de los costos del laboreo convencional a largo plazo.

De la misma forma, lo que se espera de los costos de combustible es que sean más bajos en la AC y éste es generalmente el resultado en la mayor parte de los estudios. La caída en los precios del combustible debería incentivar una mayor adopción de la AC. Un estudio (Uri, 1998a) muestra que el precio del crudo es estadísticamente relevante aunque tiene un efecto relativamente menor en la intensidad de la AC (pero no en la adopción por parte de los nuevos agricultores). Se muestra que un incremento del 10 por ciento en el precio del crudo en los Estados Unidos de América se asocia con una expansión en las hectáreas sembradas bajo AC del 0,4 por ciento, estando la expansión concentrada fundamentalmente en las explotaciones donde ya se practicaba la AC.

Costos de pesticidas

Como compensación de los menores costos de maquinaria en la AC, se encuentran los mayores costos de tratamientos con herbicidas, especialmente durante las primeras etapas y con no laboreo. De hecho, los herbicidas sustituyen el uso de la maquinaria para labores de control de las malas hierbas. Los factores locales tienen importancia ya que las malas hierbas perennes pueden causar problemas para la AC. No obstante, las dosis de aplicación de herbicidas y su capacidad para controlar de una forma completa las malas hierbas en cada situación continúa siendo un tema controvertido y permanentemente sujeto a investigación. Las evaluaciones más recientes tienden a demostrar que las aplicaciones de herbicida disminuyen con el tiempo y podrían llegar a un nivel similar al del laboreo convencional (USDA, 1998). El control de los insectos es un asunto de menor relevancia en las comparaciones entre AC y agricultura convencional. Ya que la mayor parte de los pesticidas están hechos basándose en productos derivados del petróleo, es más que probable que el precio del crudo afecte el costo para los agricultores. Si fuera así, un mayor precio del crudo supondría un mayor costo de los herbicidas, que vendría a compensar parcialmente la ventaja

relativa de la AC derivada de una menor necesidad de combustible para la maquinaria (ésto podría explicar la escasa respuesta encontrada por Uri).

Costos de mano de obra

Se ha prestado mucha atención a la aparente reducción en las necesidades de mano de obra en la AC. Esta reducción proviene de la menor demanda de mano de obra en la preparación del terreno al inicio de la campaña de cultivo. Algunas estimaciones cifran esta reducción en un 50-60 por ciento durante ese periodo de tiempo. En grandes explotaciones mecanizadas en el mundo desarrollado, el verdadero impacto de este ahorro es menor ya que los costos de mano de obra suponen menos de un 10 por ciento del costo total por acre (Cuadro 3). Sin embargo, en algunas explotaciones del mundo desarrollado, la tendencia hacia un mayor trabajo fuera de las explotaciones ha hecho que la AC sea atractiva incluso con este ahorro de mano de obra relativamente pequeño. De hecho, algunos estudios específicos han citado los ahorros de tiempo suministrados por la AC como la motivación fundamental para la adopción del laboreo de conservación (Wandel y Smithers, 2000).

CUADRO 3

Comparación entre los costos del laboreo convencional y de conservación para maíz y soja en los Estados Unidos de América, 1979 y 1992

Cultivo/costo	Costos por acre en 1979			Costos por acre en 1992		
	(1) Laboreo convencional	(2) Laboreo de conservación	Relación (1/2)	(3) Laboreo convencional	(4) Laboreo de conservación ^{2/}	Relación (3/4) ^{3/}
Maíz						
Maquinaria y combustible	45,34	38,34	1,18	55	37-44	1,36
Pesticidas ^{1/}	8,72	11,63	0,75	10-15	5-25	0,83
Mano de obra	13,24	6,62	2,00	8	5-7	1,33
Costos totales seleccionados	67,30	56,59	1,19	73-78	56-76	1,14
Soja						
Maquinaria y Combustible	38,11	33,11	1,15	55	37-44	1,36
Pesticidas ^{1/}	9,13	12,17	0,75	14-28	7-40	0,89
Mano de obra	12,21	6,10	2,00	8	5-7	1,33
Costos totales seleccionados	59,45	51,38	1,16	77-91	58-91	1,13

^{1/}En 1979 se incluyen insecticidas mientras que en los costos de 1992 no.

^{2/}Se incluye laboreo con arado de cincel, laboreo en lomos y no laboreo; el rango de los costos totales refleja los totales en prácticas agrícolas individuales.

^{3/}La relación se ha calculado según los valores medios de cada número del rango mostrado.

Fuente: Crosson, 1981.

Costos de fertilizantes y de otros factores de producción

La mayor parte de los análisis comparativos de los costos del laboreo convencional frente al laboreo de conservación asumen que los otros factores de producción permanecen inalterados después del cambio a la AC. En lo relativo a la utilización de fertilizantes, en la AC existe un debate abierto ya que se ha demostrado que su adopción afecta la utilización del nitrógeno por los cultivos y su lixiviación. Uri (1997) habla de un incremento en la utilización de fertilizantes por parte de los cultivadores de maíz que habían adoptado el laboreo de conservación en los Estados Unidos de América. Además, si la aplicación de fertilizantes bajo la AC requiere una mayor capacidad en el manejo, en ese caso los costos de aplicación se elevarían incluso si las dosis de aplicación no lo hicieran. Un resultado más generalizado es que la AC requiere una mayor capacidad en el manejo y que podría ser, por tanto, más costoso para los agricultores el adquirirla. La AC podría también afectar la venta de semillas ya que los agricultores podrían evitar algunos problemas de plagas si invirtieran en variedades más resistentes. Sin embargo, ésto incrementaría los costos.

Los datos comparativos que se muestran en el Cuadro 3 revelan un panorama estable en las décadas más recientes, en lo relativo a los costos del laboreo de conservación en los Estados Unidos de América. Las estimaciones más actuales tienden a mostrar un amplio rango para la AC, reconociendo la variación existente según las condiciones locales (por ejemplo drenaje, precipitación). Quizá de forma más significativa, las partidas de gastos enumeradas en el Cuadro 3 representan únicamente un subconjunto de los costos totales ya que se asumió que los otros factores de producción y la tierra permanecían constantes bajo cada sistema de cultivo. Teniendo en cuenta el ahorro en los costos atribuible a la AC con respecto a los costos totales, cualquier reducción en el costo suponía del 5 al 10 por ciento en 1979, y prácticamente el mismo porcentaje en los años 1990.

Otro de los aspectos que se echa de menos en muchas de las comparaciones de costos entre el laboreo convencional y de conservación es un análisis de riesgo. Una de las cuestiones del riesgo es el reconocimiento de que los rendimientos podrían variar bajo los diferentes sistemas de cultivo. Buena parte del debate se ha centrado en si el cambio a la AC conduce a rendimientos mayores. Ya que los resultados para los climas templados son, a menudo, contradictorios, y las diferencias no son generalmente significativas estadísticamente, la mayor parte de los analistas simplemente asumen que no existe ningún cambio en el rendimiento. Análogamente, el impacto de la adopción de la AC en la variabilidad y el riesgo del rendimiento es controvertida. Algunos estudios preconizan que la AC incrementa la variabilidad en el rendimiento en muchos casos, incrementando, por tanto, el riesgo (Fox *et al.* 1991). En contraposición, la investigación en Australia muestra una reducida variabilidad en los rendimientos de los cultivos con la AC (Kirby *et al.*, 1996), mientras que los trabajos en Canadá indican que los beneficios netos eran mayores con la AC que con las prácticas convencionales en años malos, aunque menores si se consideraba el promedio a lo largo del tiempo. No existen, por tanto, conclusiones firmes sobre el incremento o la reducción del riesgo con la AC.

Más evidentes son los impactos de la AC sobre la intensidad de cultivo. Con un menor tiempo necesario para la preparación del terreno, el tiempo de cultivo se reduce, permitiendo así más cultivos para un periodo de tiempo determinado y permitiendo incluso el tener dos cultivos donde antes no era posible. Allí donde se puede obtener este beneficio, se realiza una utilización más eficiente del recurso tierra, teniendo como resultado mayores beneficios netos anuales por hectárea. Además, los agricultores pueden ajustar su estrategia de cultivos cuando

cambian a la AC. Por tanto, podría ser engañoso comparar rendimientos para un mismo cultivo en cada sistema. De hecho, la plena aceptación de la AC supone introducir una rotación de cultivos adecuada, probablemente a la utilizada anteriormente. Por esta razón, algunos autores han abogado a favor de que se adopte un enfoque más integrado en las evaluaciones comparativas de la agricultura de clima templado (Diebel *et al.*, 1993).

En general, la comparación entre las prácticas convencionales y de conservación en las zonas agroecológicas templadas gira en torno a dos efectos que se compensan. Uno supone en las últimas un ahorro en el costo de la mano de obra y posiblemente en el costo de maquinaria, mientras que el otro supone un mayor costo en herbicidas, al menos al inicio. Dependiendo de la magnitud de cada uno de estos efectos, la AC puede parecer más o menos costosa. Por ejemplo, en Saskatchewan, Canadá, los investigadores encontraron que los mayores costos en herbicidas que caracterizaban la AC superaban de largo cualquier ahorro asociado a la mano de obra, el combustible, las reparaciones de la maquinaria y gastos generales (Zentner *et al.*, 1991). Asimismo, Stonehouse y Bohl (1993) utilizaron un modelo de programación lineal para demostrar que el laboreo de conservación en un sistema de cultivos comerciales no es rentable. Sin embargo, la mayor parte de los estudios realizados en países desarrollados, muestran pequeños ahorros en los costos con la AC, en comparación con las prácticas convencionales. No obstante, estos ahorros no han sido insuficientes para incentivar la práctica de la AC por un gran número de agricultores de grandes explotaciones mecanizadas. Estos agricultores se resisten a la introducción de nuevas prácticas, a no ser que haya beneficios financieros mucho mayores.

La zona agro-climática tropical-templada en los países en desarrollo

Una de las experiencias de mayor éxito en la AC ha sido la de América Latina (Recuadro 2). El cultivo mecanizado a gran escala es frecuente en muchas partes de América Latina y los agricultores han adoptado la AC en una buena parte de la tierra cultivada. Aunque la mayor parte de los análisis de costo comparativos presentados hasta ahora para las regiones templadas del norte se podrían aplicar aquí, la ventaja de la AC en América Latina ha sido más pronunciada. En parte, esta mayor ventaja refleja los factores físicos y climáticos, pero también las diferencias en la naturaleza de la tecnología adoptada. Mientras la mayor parte de los estudios en los Estados Unidos de América documentan la adopción del laboreo de conservación por sí solo, en América Latina la tecnología está mucho más cerca del concepto de AC descrito en el Capítulo 1. Es decir, es posible incluir no solo ajustes en el laboreo sino también cambios en los cultivos de cubierta protectora y en las prácticas de acolchado, así como la incorporación de rotaciones de cultivo y otros cambios.

RECUADRO 2

LA EXPERIENCIA DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN AMÉRICA LATINA

América Latina tiene la tasa más alta de adopción de prácticas de no laboreo en el mundo. El primer intento de laboreo cero del cual se tiene constancia fue en el Brasil subtropical entre 1969-1972 y en 1981-82 en el Brasil tropical. El primer ensayo de campo de no laboreo fue en el estado de Paraná en 1972. En 1999, el porcentaje de la superficie total cultivada con no laboreo había alcanzado el 52 por ciento en Paraguay, el 32 por ciento en Argentina y el 21 por ciento en Brasil. El no laboreo supone el 95 por ciento de toda la superficie con laboreo de conservación en América Latina (44 por ciento en los Estados Unidos de América). Al inicio, la adopción de laboreo cero en América Latina fue sólo gradual, debido a las limitaciones de

los herbicidas y de las sembradoras y a los altos costos incrementales de adopción (Cuadro 1). Sin embargo, al recibir los agricultores apoyo de las ONG, los intereses del sector público y privado, la adopción de las prácticas de AC se incrementó significativamente. Por ejemplo, explotaciones pequeñas, medianas y grandes en Paraguay han experimentado mejoras considerables en su rentabilidad y en la reducción del riesgo. Los estudios apuntan también el papel crucial del personal cualificado para formar agricultores en las nuevas técnicas de manejo, así como la importancia de la disponibilidad de crédito para la compra de nueva maquinaria de no laboreo. Mediante el apoyo institucional y financiero, el gobierno ha jugado un papel determinante en la creación de ayudas para la adopción. Los pequeños propietarios han sido un grupo objetivo ya que carecen de la capacidad suficiente para obtener fondos y se forman a sí mismos. El Banco Mundial reiteró estas observaciones en su revisión de un proyecto en Brasil que promovía la agricultura sostenible, formas modernas del manejo de la tierra y de conservación de suelos y agua. Consideraba la extensión rural un elemento central en el proyecto. Además, las ayudas económicas fueron de gran éxito para fomentar la formación de un grupo entre los agricultores, teniendo como resultado un incremento en la cooperación y el capital social. Los aspectos que se consideraron claves para la adopción de la AC fueron la rápida amortización y las ayudas financieras y el apoyo por parte del gobierno.

Fuentes: Sorrenson *et al.*, 1997 y 1998; Banco Mundial, 2000.

En Paraguay, los rendimientos con laboreo convencional disminuyeron del 5 al 15 por ciento en un periodo de diez años, mientras que los rendimientos con laboreo cero se incrementaron del 5 al 20 por ciento (Sorrenson *et al.*, 1997 y 1998). Los ahorros en fertilizantes y herbicidas bajaron en promedio entre el 30 y el 50 por ciento en el mismo periodo. En Brasil, en un periodo de 17 años, los rendimientos de maíz y soja se incrementaron en el 86 y 56 por ciento, respectivamente, mientras que la utilización de fertilizantes para esos cultivos disminuyó en el 30 y 50 por ciento, respectivamente. Además, la erosión en Brasil disminuyó de 3,4 a 8 t/ha con laboreo convencional a 0,4 t/ha con no laboreo, y la pérdida de agua disminuyó de aproximadamente 990 a 170 t/ha.

Como resultado, los beneficios financieros para los agricultores que han adoptado la AC en América Latina han sido impresionantes. Sin embargo, este proceso ha necesitado tiempo para materializarse de una forma completa. Sorrenson (1997) comparó la rentabilidad financiera de la AC en dieciocho explotaciones de tamaño medio y grande con la práctica convencional en dos regiones de Paraguay durante diez años; obtuvo como resultado que alrededor del décimo año, el ingreso neto de la explotación se había incrementado en la superficie con AC desde por debajo de 10 000 dólares EE.UU. a más de 30 000 dólares EE.UU., mientras que en las explotaciones convencionales, dicho ingreso neto había descendido e incluso había llegado a ser negativo. Los agricultores con explotaciones de tamaño medio y grande habían experimentado:

- menor erosión, mejora en la estructura del suelo y un incremento en el contenido de materia orgánica, en los rendimientos y en la intensidad de cultivo;
- una reducción en el tiempo entre la recolección y la siembra, permitiendo el desarrollo de un mayor número de cultivos en un período de 12 meses;
- una disminución en el número de horas de tractor, en la mano de obra de la explotación, en los costos de maquinaria, fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas y ahorros en el movimiento de tierras para la formación de terrazas y en la nueva plantación de cultivos después de las fuertes lluvias;

- menores riesgos desde un punto de vista integral de la explotación, debido a los rendimientos más altos y más estables y a la diversificación hacia cultivos comerciales.

En América Latina y en otras regiones desarrolladas, la AC es una tecnología potencialmente atractiva para los pequeños agricultores. Sin embargo, la adopción de la AC en explotaciones pequeñas, posiblemente sin mecanizar, requiere unas consideraciones diferentes comparadas con las grandes explotaciones mecanizadas. Por ejemplo, debido a que los pequeños agricultores utilizan escasos insumos comprados, las discusiones sobre los grandes incrementos en la utilización de herbicidas podrían tener escasa relevancia. Incluso en el caso de que los agricultores reconocieran la necesidad de utilizarlos, no podrían permitirse financiar su compra. Además, un número escaso de pequeños agricultores utilizan cantidades importantes de fertilizantes, por lo que el debate del impacto de la AC en su uso no cobra demasiada importancia. Finalmente, la disponibilidad de crédito para atender la creciente necesidad de la compra de insumos juega un papel importante. En el caso de que los pequeños agricultores alquilaran equipo para la preparación de la tierra, sería relativamente sencillo llevar a cabo un cambio hacia la AC, ya que no existen otras implicaciones de inversión en maquinaria. En este cambio, los costos a corto plazo serían muy semejantes a los costos a largo plazo.

La mayor parte de los pequeños agricultores en el mundo realizan la preparación de la tierra y la limpieza de las malas hierbas de una forma manual y la adopción de la AC representa un gran impacto en la mano de obra utilizada en dichas actividades. En un análisis comparativo de sistemas tradicionales de barbecho con matorral espontáneo con no laboreo y cultivo en hileras en Nigeria, los ahorros en mano de obra con la técnica de no laboreo eran substanciales (Ehui *et al.*, 1990). Mientras que el cultivo en hileras requería de 126 a 151 hombres-día/ha/año y el sistema tradicional de barbecho con matorral espontáneo necesitaba de 67 a 102 hombres-día/ha/año, la técnica de no laboreo demandaba 58 días (con una bonificación para la limpieza del terreno en cada uno de los casos). Estos costos de mano de obra suponían más del 50 por ciento de los costos totales de producción para cada técnica. Sin embargo, los mayores costos en herbicidas y equipos penalizaban la técnica de no laboreo y ésta era sólo más rentable en condiciones de una mayor presión de población, que penaliza la alternativa de los sistemas de barbecho. En estudios de pequeños agricultores en América Latina, el ingreso neto de la explotación y los beneficios en mano de obra eran mucho mayores con la AC que con prácticas convencionales. El Cuadro 4 prueba esta observación para el caso de Paraguay.

CUADRO 4

Comparación de los costos de cultivo de la agricultura convencional y de conservación para pequeños agricultores en dos localidades de Paraguay

Cultivo/partida de costo (\$EE.UU. 1998)	Edelira ^{1/}			San Pedro ^{2/}		
	(1) Laboreo convencional	(2) Laboreo de conservación	Relación (1/2)	(3) Laboreo convencional	(4) Laboreo de conservación	Relación (3/4)
Superficie de la explotación (ha)	15,6	15,6	--	6,8	6,8	--
Mano de obra (persona-día)	287	240	1,20	164	163	1,01

Ingreso neto de la explotación (\$EE.UU./año)	2 570	4 272	0,60	1 010	2 229	0,45
Beneficio en mano de obra (\$EE.UU./día)	8,95	17,80	0,50	6,16	13,67	0,45

¹ Media de 3 explotaciones que cambiaron de un laboreo convencional a un sistema de cultivo de no laboreo con abono verde.

² Media de 2 explotaciones que cambiaron de un laboreo convencional a no laboreo con abono verde.

Fuente: Sorrensen *et al.*, 1998.

Para juzgar el potencial de la AC en sistemas de pequeñas explotaciones en África, América Latina o en cualquier otra región, los ahorros en mano de obra son un factor clave. Otro punto relacionado con la mano de obra es que dicho ahorro se produce tanto en las labores de preparación de la tierra como en la eliminación de malas hierbas (asumiendo la utilización de herbicidas) y es posible que haya implicaciones de género para la división de las tareas. En la mayor parte de explotaciones de pequeños agricultores en África, los miembros masculinos de la familia son responsables de la preparación de la tierra mientras que las mujeres son responsables del control de las malas hierbas. La utilización de herbicidas podría requerir algún reajuste de responsabilidades ya que los miembros masculinos de la familia son los que manejan generalmente los pesticidas, por lo que éstos podrían ser reticentes a una demanda de trabajo adicional durante el periodo de escarda, creando una barrera para la adopción de la AC.

Además, ciertas condiciones pueden mejorar el relativo potencial económico de la AC. Por ejemplo, el incremento de la presión en el uso de la tierra tiende a incrementarlo con relación al barbecho con matorral espontáneo. Una consideración adicional es la calidad de la tierra. Los estudios de los beneficios netos del uso de acolchados, un importante componente en la AC de pequeños agricultores, sugiere que los beneficios de esta práctica se incrementan con la calidad de la tierra de cultivo (Lamers *et al.*, 1998). Las experiencias con éxito en la adopción de la AC en América Latina han mostrado la importancia del crédito como un importante factor desencadenante. Ésto es debido a la necesidad de financiar equipos especializados de siembra y herbicidas.

Análisis financiero de la agricultura de conservación frente a otras técnicas de conservación

La mayor parte de los análisis financieros de la AC se concentran en una comparación con las prácticas convencionales, bien sea con el laboreo convencional o con el barbecho de matorral espontáneo. Sin embargo, los agricultores tienen, a menudo, la posibilidad de elegir entre un número de prácticas de conservación alternativas, en cuyo caso la AC es sólo una opción. Ésto sucede especialmente en los sistemas de pequeños agricultores, ya que la ausencia de inversiones previas en maquinaria y la adaptabilidad de la pequeña escala a las diferentes técnicas de conservación de suelos y agua, hace la adopción relativamente fácil en términos físicos y financieros.

Para considerar el atractivo de la AC en relación a otras prácticas de conservación alternativas para las pequeñas explotaciones, se creó una base de datos con más de 130 análisis de diferentes técnicas individuales de conservación de suelos y agua. El análisis se concentró en África y América Latina, con todas las técnicas codificadas, teniendo en cuenta si constituían una técnica relacionada con la AC (Grupo 1) o no (Grupo 2), tal y como se especifica en el sistema de clasificación de técnicas del Panorama Mundial de Enfoques y Tecnologías de Conservación de Suelos y Aguas, WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies). El Grupo 1 incluye las medidas dirigidas fundamentalmente a mejorar la cubierta del suelo y la materia orgánica, mientras que las técnicas del Grupo 2 son enfoques generalmente lineales, de pendiente transversal, que pretenden reducir la erosión eólica o hídrica. Se introdujo la información sobre los beneficios financieros de cada explotación en la base de datos para cada técnica. Los resultados para cada uno de los dos grupos de técnicas se clasificaron teniendo en cuenta si la adopción de la técnica suministraba un Valor Actual Neto (VAN) positivo o negativo. El Cuadro 5 presenta los resultados de este procedimiento.

El análisis que se detalla en el Cuadro 5 hay que tomarlo con cierta precaución ya que los estudios emplean diferentes asunciones sobre la duración del proyecto, las tasas de descuento, los costos de oportunidad de la tierra, etc. Además, la clasificación de técnicas no es precisamente coherente con la definición de AC presentada anteriormente. Sin embargo, los resultados del Cuadro 5 indican que la AC y, de una manera más amplia, las mejoras agronómicas tienden a mostrar mayores beneficios netos en la explotación de lo que lo hacen otras técnicas (por ejemplo fitotécnicas, estructurales y otras mejoras). Se puede decir que esta ventaja relativa de la AC es más pronunciada que en el caso de la sola comparación entre la AC y el laboreo convencional. Por tanto, cuando se compara con otras alternativas a las prácticas convencionales, la AC y los enfoques relacionados con ella pueden ofrecer los mejores beneficios en muchas situaciones. Los factores específicos de cada área determinarían en cada caso cuál es la técnica individual que ofrece los mejores beneficios para los agricultores.

CUADRO 5

Comparación financiera del Valor Actual Neto (VAN) de la agricultura de conservación frente a otras técnicas de conservación de suelos y agua

Técnicas	Número total de análisis	Número con VAN positivo	Porcentaje con VAN positivo
Grupo 1 Agricultura de conservación y otros enfoques agronómicos relacionados (por ejemplo cultivos intercalares, cultivo en curvas de nivel, abono verde)	40	34	85
Grupo 2 Mejoras fitotécnicas, estructurales y en el manejo (por ejemplo cordones protectores, terrazas, diques, agroforestal)	96	55	57
Total, todos los análisis	136	89	65

Fuente: compilado de una revisión de 136 análisis de técnicas de conservación de agua y suelos.

Resumiendo los resultados económicos de la AC, es necesario recalcar algunas cuestiones que conviene tomar con cierta precaución. Aunque es cierto que la AC a menudo supone lo que Pampel y van Es (1977) denominan una «práctica ambientalmente rentable» (es decir buena para el ambiente y rentable), ésto no siempre es así. Las limitaciones específicas locales podrían tener como resultado una reducción en los rendimientos; o bien, los factores institucionales podrían favorecer prácticas alternativas (Stonehouse, 1995).

Por todo ello, es necesario considerar las condiciones locales específicas para determinar el interés económico de la AC. Incluso allí donde los incentivos financieros pudieran parecer atractivos, se requiere una consideración de los factores no económicos para entender el grado de adopción actual y potencial de la AC.

Otros factores que tienen influencia en la adopción de la agricultura de conservación

Un buen número de estudios ha buscado identificar las barreras para la adopción de técnicas de AC más allá de la divergencia obvia entre los costos de la explotación y otros beneficios sociales más amplios (Smit y Smithers, 1992; Pierce, 1996; Cary y Wilkenson, 1997). Por ejemplo:

- Grandes costos de inversión podrían desincentivar la adopción (Wandel y Smithers, 2000).
- El riesgo percibido de cambio a la AC podría constituir una barrera (McNairn y Mitchell, 1992; Stonehouse, 1996; Uri, 1998b).
- Largos periodos de gestación para que se materialicen los beneficios de la AC podrían constituir también una barrera para los agricultores con miras a corto plazo (Tweeten, 1995).
- Las barreras podrían ser específicas de la cultura y de situaciones históricas recientes (Nyagumbo, 1997).

En parte, la necesidad de considerar otros factores diferentes a los beneficios netos refleja los diferentes objetivos de los agricultores en el manejo de la explotación, es decir rentabilidad frente a reducidas inversiones o necesidades mínimas de alimentos de subsistencia. Las varias técnicas pueden satisfacer los objetivos individuales en diferentes grados. Con la idea de maximizar los beneficios económicos netos, los Cuadros 3 a 5 sugieren que la AC puede suministrar mejores rendimientos netos que cualquier otra práctica convencional o que otras prácticas de conservación, sujetas a las condiciones específicas de cada lugar. El Cuadro 6 compara diferentes atributos de las técnicas de AC y otras técnicas de conservación de suelos en explotaciones de África Occidental. El análisis cualitativo aplica cuatro criterios que representan diferentes objetivos de las pequeñas explotaciones, de los cuales uno de ellos es la rentabilidad económica (Cuadro 5). Aunque coherentes con el análisis de beneficios netos del Cuadro 5, los resultados del Cuadro 6 permiten una evaluación mucho más amplia, subrayando los diferentes defectos o ventajas de las técnicas individuales que podrían no extraerse de un análisis financiero por sí solo.

CUADRO 6

Factores que tienen influencia en el potencial de las prácticas de agricultura de conservación en las explotaciones de África Occidental

Técnicas de manejo del suelo	Potencial financiero (beneficios netos)	Efecto inicial en el rendimiento	Incremento en la inversión	Incremento en la mano de obra requerida
Agricultura de conservación				
Acolchado	++	+	+	-,+
Caballones	-,++	+	+	--,+
Cultivos intercalares	-,++	-,+	+	+
Cultivo en líneas	-	-	-	--,-
Barbecho leñoso	+,++	+	--,-	--,+
Fitotécnica y estructural				
Líneas de pradera vetiver	-,+	-	--,-	-,++
Diques <i>Fanya juu</i>	-	-	+	++
Terrazas con mampostería	-	+	+	-
Cordones de protección con árboles	-	-	--	+,++

Nota: El Cuadro utiliza una escala +/- con cuatro posibles puntuaciones que varían de -- a ++, siendo esta última la mejor puntuación.

Los factores diferentes a los beneficios netos que se muestran en el Cuadro 6 representan sólo un pequeño subconjunto de los muchos factores no financieros que se piensa que pueden influir en la adopción de una técnica de conservación. El Cuadro 7 enumera los factores que se ha encontrado en las estadísticas que influyen de una manera significativa en la adopción de la AC (basadas en la revisión de los resultados estadísticos que se detallan en el Apéndice 2). Gracias a la revisión de muchos estudios se ha confeccionado el Cuadro 7, que indica que los resultados a menudo no son concluyentes. Las condiciones podrían ser demasiado específicas para cada lugar como para permitir una generalización basada exclusivamente en los estudios estadísticos.

Los factores que tienen influencia sobre la explotación varían de una operación a otra y los de más alto nivel se encuentran también en el trabajo, como la transmisión de información (vía actividades relacionadas con la política y los procesos sociales). Además, las variables que se discuten a continuación, y sus categorías más amplias, no actúan de forma independiente sino que interactúan para influir en la adopción.

CUADRO 7

Factores estadísticamente significativos que influyen en la decisión de los agricultores de adoptar técnicas de conservación

Características de los agricultores	Características de la explotación	Factores de información	Factores biofísicos y técnicos	Factores sociales
Formación	Tamaño	Contacto con los extensionistas	Intensidad en el uso de la tierra	Capital social
Salud	Tipo			
Experiencia	Tenencia	Asistencia a los ensayos y demostraciones en parcelas, etc.	Tasa de erosión	
Conciencia/ percepción de la erosión como un problema	Encaja con los objetivos de producción	Fuentes de información (por ejemplo otros agricultores)	Sistema de cultivo en Tipo de suelo Clima	
Preocupación por la erosión	Grado de control en la toma de decisiones	Facilidad de acceso a la información	Precipitación	
Tasa de descuento	Propiedad de maquinaria de laboreo convencional	Disponibilidad de apoyo	Encaja con los parámetros físicos de la explotación	
Edad	Ingreso medio/bruto/neto de dentro o fuera de la explotación		Disponibilidad de laboreo de conservación	
Ingresos del agricultor a tiempo completo/tiempo parcial				
Ingreso				
Capacidad y voluntad para solicitar préstamos				

Nota: las variables que se listan en el cuadro anterior muestran una significación estadística en, al menos, uno de los estudios empíricos citados en el Apéndice 2.

Características de los agricultores

Desde que Rayan y Gross (1943) mostraron por primera vez que la adopción de innovaciones en la agricultura es típicamente desigual de un agricultor a otro, los investigadores han dirigido su atención a ciertas características y atributos de los agricultores en un esfuerzo por explicar dicha desigualdad. En el caso de la adopción de técnicas de conservación de suelos,

Gould *et al.* (1989) enfatizan que el conocimiento por parte del agricultor de los problemas de erosión y otros problemas relacionados con el suelo constituyen un prerrequisito obvio para la adopción. De hecho, a menudo se ha encontrado una correlación positiva entre dicho conocimiento o percepción y la adopción de la AC (Stonehouse, 1991). Igualmente, el lugar central de información y conocimiento en la adopción de la AC, con relación al conocimiento de los problemas del suelo y sus soluciones potenciales, debería determinar el nivel de formación de un agricultor para correlacionarse positivamente con la adopción. La formación, bien sea específica o general, se correlaciona en líneas generales positivamente con la adopción de las prácticas de la AC, a pesar de que algunos resultados muestran una correlación insignificante o incluso negativa (Rahm y Huffman, 1984; Marra y Ssali, 1990; Warriner y Moul, 1992).

La edad y/o la experiencia son factores difíciles de ligar a la adopción de la AC, ya que los estudios han mostrado correlaciones tanto positivas como negativas. Tomando como base un estudio sobre la adopción de laboreo de conservación en Wisconsin, Gould *et al.* (1989) mostraron que los agricultores de mayor edad y más experimentados reconocían mejor los problemas del suelo que sus colegas más jóvenes. Sin embargo, los primeros no estaban dispuestos a solucionar los problemas una vez reconocidos, tanto como los segundos. A diferencia de lo anterior, algunos estudios han encontrado que los ingresos se correlacionan positivamente con la adopción de prácticas de control de la erosión (Okoye, 1998; Wandel y Smithers, 2000).

Características de las explotaciones

Los estudios sobre la adopción del laboreo de conservación y otras prácticas tipo de AC han prestado con frecuencia atención al tamaño de la explotación (y, en ocasiones, a la superficie sembrada). Muchos estudios han encontrado que el tamaño de la explotación se correlaciona positivamente con la aceptación de esta práctica (Westra y Olson, 1997). Sin embargo, otros estudios muestran una relación no significativa (Agbamu, 1995; Uri, 1999b), o incluso una correlación negativa (Shortle y Miranowski, 1986). Por tanto, el impacto general del tamaño de la explotación en la adopción no es concluyente.

Algunos estudios han encontrado que la existencia de erosión y otros problemas relacionados con el suelo en las explotaciones se correlaciona positivamente con la adopción del laboreo de conservación (Stonehouse, 1991). Sin embargo, el conocimiento y la preocupación de los agricultores por los problemas del suelo es probablemente el factor más crítico que afecta a la adopción. Otra característica de relevancia de la explotación es la productividad de la tierra. En el caso del no laboreo y laboreo con acolchado, Uri (1997) muestra que en los Estados Unidos de América la adopción es más probable en las explotaciones con una productividad del suelo baja que en las de alta. Además, una buena sintonía entre la AC y los objetivos de producción de la explotación incentiva la adopción.

Un factor de mayor complejidad que probablemente afecta a la adopción es la tenencia de la tierra. De una forma simplista, la propiedad privada de la tierra debería conducir a una mayor motivación para la adopción de las técnicas de conservación. Sin embargo, los estudios de privatización de la tierra o titulación no han mostrado que sea una condición necesaria para incentivar prácticas sostenibles y, en algunos casos, ha tenido el efecto contrario. Como resultado, parece que los productores aceptan la titulación porque garantiza sus derechos sobre la tierra pero esto no trae consigo necesariamente cambios en el manejo de la tierra. Por otro lado, existen numerosos estudios que indican que las instituciones tradicionales que

regulan el acceso a los recursos de la tierra en las regiones desarrolladas son flexibles en su respuesta a las presiones internas y externas. El Cuadro 8 resume la evidencia empírica suministrada por un número de estudios en África dirigidos tanto a los títulos privados como a la tenencia basada en derechos tradicionales. Muestra que el acuerdo institucional de los primeros no ofrece ninguna ventaja sobre los segundos, en términos de incentivos a la inversión. Por tanto, el reconocimiento general de que la titulación conduce a un incremento en la inversión en la mejora de la tierra debería tomarse con cierta precaución.

Información

La adopción de la AC es improbable que se produzca sin el conocimiento de las prácticas asociadas mediante algún canal de información o comunicación. De hecho, los estudios de adopción de innovación y difusión han reconocido ampliamente que la información es una variable fundamental y se ha encontrado que su existencia se correlaciona típicamente con la adopción (de Herrera y Sain, 1999). La información se muestra especialmente importante a medida que se incrementa el grado de complejidad de la técnica de conservación (Nowak, 1987).

Entre las fuentes de información que tienen una mayor influencia en la adopción de prácticas tipo de AC se incluyen: otros agricultores, medios de comunicación, reuniones y agentes de extensión. Sin embargo, con respecto a esta última fuente, Agbamu (1995) muestra que el solo contacto no promueve la adopción si la diseminación de información es poco efectiva, imprecisa o inapropiada. Los estudios no han mostrado siempre que la facilidad para obtener información se correlacione con la adopción.

CUADRO 8

El efecto de la tenencia de la tierra y su seguridad percibida en la inversión en técnicas de conservación en África

Tipo de tenencia	País	Impacto en las decisiones inversoras
Título privado	Gana	+/x
	Ruanda/Gana/Kenia	x
	Uganda	+/x
	Somalia	x
Derechos tradicionales	Zimbabue	+
	Gana, Kenia	+/x
	Ruanda	+
	Burkina Faso	x
	Níger	+

Nota: + efecto positivo en la inversión en mejoras; - efecto negativo en la inversión; x neutral o sin ningún efecto en la inversión (estadísticamente poco relevante o insignificante).

Fuente: FAO/FIDA (1999) para la lista de estudios indicados arriba.

Factores biofísicos y técnicos

Desde un punto de vista técnico, las características y la disponibilidad de las prácticas de la AC son factores cruciales en la adopción. Sin embargo, de Herrera y Sain (1999) precisan que la disponibilidad no implica propiedad individual de la maquinaria necesaria, ya que prolifera el arrendamiento y el alquiler con opción a compra. Además, los que potencialmente pueden adoptar la AC deben creer que la técnica funcionará. Los factores técnicos interactúan con los factores biofísicos, por ejemplo tipo de suelo, precipitación o topografía pueden incentivar/facilitar o desincentivar/limitar la adopción de la AC. Mientras que algunos estudios han mostrado que las labores de la explotación localizadas dentro de regiones con pendientes elevadas y suelos erosionables, existe una mayor tendencia a utilizar las prácticas de AC, otros estudios han encontrado que estas variables son poco significativas.

Factores sociales

La adopción de la AC rara vez constituye estrictamente una función de maximización del beneficio por sí sola, sino que puede reflejar intereses no individuales o de la sociedad. Más específicamente, Lynne (1995) sostiene que el proceso de toma de decisiones por parte del agricultor refleja generalmente un compromiso entre la utilidad económica privada y la colectiva. Los productores identifican frecuentemente este último interés como «lo que hay que hacer», al menos en los lugares donde el cuidado de la tierra es una parte de la norma colectiva. La razón a esta situación es que para muchos productores, el orgullo por el cuidado del suelo está por encima de los ingresos económicos (Campbell *et al.*, 1999). Entre los ejemplos de estos motivos que gobiernan los acuerdos de manejo de la tierra incluye el *Landcare movement* en Australia (Sobels *et al.*, 2001). Por otra parte, Van Kooten *et al.*, (1990) crearon un modelo para estudiar el equilibrio entre cuidado de la tierra y los beneficios netos en explotaciones de trigo-barbecho en Saskatchewan, Canadá. En su estudio se concluía que los agricultores realizan mejoras en sus prácticas agronómicas para beneficiar la calidad del suelo sólo en casos extremos de preocupación (por ejemplo manejo). Este resultado refleja, en cambio, que estas prácticas representan una pérdida inferior al 5 por ciento de los beneficios netos.

Además de las cuestiones de cuidado de la tierra, se podría necesitar una acción colectiva para llevar a cabo la AC en un ámbito regional. Los acuerdos cooperativos gobiernan numerosas actividades dentro de los sistemas agrícolas de las comunidades. Aunque la discusión generalmente se centra en la propiedad común de los recursos, incluso la utilización privada de la tierra podría encubrirse con los acuerdos cooperativos, gobernando diferentes aspectos del manejo de la explotación (Pretty, 1995). Por ejemplo, el laboreo en curvas de nivel, las lindes de mampostería y otros trabajos en estructuras necesitan la cooperación entre muchos agricultores para ser estrategias de conservación efectivas. Muchas facetas de la AC satisfacen el modelo cooperativo, incluyendo la formación y operación de grupos de agricultores, disseminación de información, control de plagas y la compra de agroquímicos. El Recuadro 3 presenta una discusión más general de la acción colectiva con relación a la agricultura sostenible.

RECUADRO 3 LA ACCIÓN COLECTIVA Y EL CAPITAL SOCIAL EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

La acción colectiva puede tener beneficios en la toma individual de decisiones cuando las tareas a mano requieren una actividad coordinada de grupo (por ejemplo diversas prácticas agrícolas y de conservación). Por ejemplo, podría reducir los costos de transacciones repetidas entre varios individuos, estableciendo un conjunto simple de reglas y evitando una negociación y transacción individualizadas. Sin embargo, la acción colectiva no es automática en la difusión de técnicas de mejora como la AC, especialmente donde se carece de información o donde los procesos físicos de degradación de la tierra son lentos y escasamente perceptibles. Además, algunos individuos se podrían beneficiar de la acción colectiva sin contribuir a ésta y esto podría tener como resultado una falta de incentivos colectivos. Utilizando la teoría de juegos para modelizar el comportamiento en situaciones de acción colectiva, los investigadores han intentado entender qué factores podrían fomentar el comportamiento colectivo. Por ejemplo, si la repetición y la posibilidad de ser observados caracterizan un grupo de actividades, el resultado bien podría ser la cooperación, pero sólo si:

- otros individuos son capaces de tomar represalias en el futuro si un individuo no coopera, es decir reduciendo los beneficios que el que no coopera puede obtener;
- las amenazas de represalias son creíbles y no demasiado costosas de llevar a cabo; por tanto, la represalia se puede ver como una acción colectiva en sí misma; y
- los beneficios futuros son lo suficientemente importantes y dilatados en el tiempo como para inducir a cooperar en el presente; en este caso, se ha demostrado que los encuentros cara a cara son importantes ya que aseguran que los aspectos de reputación y confianza entran en la estructura de incentivos.

En general, las variables claves que tienen influencia en el éxito potencial de la acción colectiva son: el número de dirigentes, especialmente el número mínimo necesario para conseguir un beneficio colectivo; las tasas de descuento, que tienen influencia en la magnitud de los futuros beneficios de la acción colectiva; una similaridad en los intereses entre los diferentes agentes implicados; y la presencia de algunos individuos con liderazgo u otras aptitudes.

En parte, el comportamiento necesario para fomentar acciones colectivas o socialmente responsables podría estar relacionado con el nivel de capital social de la comunidad. El Banco Mundial (1998) revisó varias definiciones de este término y encontró que variaban de una visión muy parcial referida a la interconexión entre los individuos, vía asociaciones, sociedades, etc. a una visión mucho más amplia que engloba completamente el entorno social y político. En términos simples, si las actividades de conservación requieren cooperación, entonces el grado de interconexión y el entorno social propicio podrían ser un determinante crítico. Entre los indicadores del nivel de capital social de una nación o de una comunidad se incluye el número y tipo de asociaciones, la homogeneidad dentro de las comunidades, el nivel de confianza en los otros, la confianza en las redes de apoyo, la presencia de líderes naturales, etc.

Si la AC requiere una acción colectiva o niveles más altos de organización social para ayudarle a ganar empuje, en ese caso una mayor extensión de la AC podría estar relacionada con el capital social de una sociedad. El papel del capital social para fomentar o retardar la acción colectiva necesaria para promover una nueva técnica de conservación está cobrando un creciente interés (Cuadro 3). En el sentido más amplio, el capital social se refiere a la interconexión entre los individuos de una sociedad y considera las relaciones como un tipo de activo. Diferentes estudios han examinado la influencia del capital social en la adopción de las técnicas de AC, tanto en países desarrollados como en desarrollo. Por ejemplo, la afinidad, o

más exactamente «la conexión con los otros», puede tener influencia en la adopción de una técnica de conservación. Algunos estudios muestran que las expectativas sobre la herencia de la tierra pueden tener una relación en el comportamiento frente a la conservación entre los agricultores, aunque otros estudios que trataban de realizar un ensayo sobre este aspecto no han mostrado una correlación positiva. Igualmente, los mayores niveles de capital social ayudan a explicar la adopción de prácticas de fertilización y conservación de suelos en Perú (Isham, 2000; Swinton, 2000), mientras que un estudio se ha referido al éxito de los comités de agricultores en comunidades de Paraguay, reflejando el nivel de capital social en estas comunidades (Molinas, 1998). Dichas instituciones locales han sido un importante catalizador en la adopción y difusión de la AC.

En conclusión, la incoherencia y, en ocasiones, los resultados contradictorios obtenidos de estudios de adopción de prácticas tipo de AC tienden a sugerir que el proceso de toma de decisiones es altamente variable y que los resultados podrían ser específicos para determinados grupos de personas, lugares y situaciones. Esto hace de la tarea de desarrollar un marco de trabajo político para promover la adopción de la AC un reto.



Capítulo 3. La agricultura de conservación y el papel de la política

El análisis precedente de los factores financieros y otros factores asociados a la adopción de la AC y sus prácticas relacionadas ha recogido ya muchos de los efectos de la política, o de una forma más genérica, las acciones de gobierno sobre la adopción. Los gobiernos utilizan políticas macroeconómicas, regulaciones de mercado, subsidios a los factores de producción o a la formación y extensión, que alteren el entorno en el que los agricultores eligen una práctica sobre otra (Figura 1). Este capítulo examina el papel actual y potencial de la política en la adopción de la AC.

La influencia de la política en la adopción de la agricultura de conservación

La agricultura ha estado sujeta a intereses e intervenciones por parte del estado desde la mitad del siglo pasado, quizá más que cualquier otro sector (Robinson, 1989; Gardner, 1990). Aunque se tiende a sobreestimar la influencia de las políticas en la toma de decisiones del agricultor (Winter, 2000), existe un reconocimiento creciente de que la provisión de apoyo público en forma de precios garantizados, subsidios a los medios de producción, concesión de déficit en los pagos, créditos a bajo interés o ayudas en caso de desastres naturales, ha incentivado y facilitado la inversión masiva por parte de los agricultores en la expansión de la capacidad de producción. Algunos autores han caracterizado esta forma dominante de agricultura, al menos en el mundo desarrollado, como industrial. Esto se debe a la tendencia

continúa hacia un menor número de unidades de producción y de mayor tamaño, especialización regional y de las empresas, un laboreo del suelo más intensivo, una dependencia progresiva de los productos agroquímicos y, en muchos lugares, un superávit en la producción (Troughton, 1985). Considerando sus efectos asociados sobre la calidad de los suelos, el agua o el hábitat natural, varios autores han citado la política agraria como una de las causas que ha contribuido a la degradación ambiental (Libby, 1985; Pierce, 1993; OECD, 1989; Lewandrowski *et al.*, 1997).

Es en este contexto donde muchos gobiernos han introducido diferentes programas para incentivar la adopción de prácticas tipo de AC. Con los servicios de extensión, los subsidios y los impuestos, estas iniciativas han alcanzado resultados importantes. Por ejemplo, el éxito en la promoción de las prácticas de AC en ciertas regiones desarrolladas, particularmente en América Latina, es digna de mención y la política ha jugado un papel importante. El Recuadro 4 refleja los factores clave citados en la expansión de la AC en los países de MERCOSUR en América Latina. Muchos de ellos no son el resultado de la política gubernamental sino de factores ajenos y tradiciones locales. De hecho, muchos programas que promueven la AC en el mundo han sido relativamente poco efectivos debido a señales e incentivos contradictorios desde programas de ayuda ya existentes. Por ejemplo, las políticas diseñadas para promover la agricultura sostenible pueden quedar ensombrecidas por otras medidas políticas, típicamente de mayores recursos, de apoyo a los cultivos altamente erosivos como los cultivos en línea, como los cacahuets y el tabaco, o por otras iniciativas de investigación y extensión más débiles, o de respuesta más lenta.

RECUADRO 4 DOS CASOS DEL PAPEL DE LA POLÍTICA QUE CONTRASTAN EN LA PROMOCIÓN DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Diferentes estudios han examinado las razones del éxito en la promoción de la AC (laboreo cero) en la región de MERCOSUR, América Latina, razonando la eficiencia del sistema de innovación desarrollado alrededor de dicha promoción. Este sistema incluía un número de elementos políticos junto con elementos ajenos que contribuían a su éxito. Como ejemplo de estos últimos, las compañías de agroquímicos ayudaban a iniciar los programas, reconociendo su propio interés en la promoción del laboreo cero. Los agricultores se beneficiaban también significativamente, ya que los beneficios del laboreo cero eran especialmente acusados para el cultivo clave de la soja y estaban disponibles para explotaciones de mayor tamaño. En lo referente al papel de la política del gobierno, los servicios de investigación y extensión tradicionales eran débiles y lentos en su respuesta a las necesidades percibidas por los agricultores. Sin embargo, este hecho allanó el camino para otros agentes, como las explotaciones pioneras, ONG y agencias internacionales de ayuda que acudieron a llenar el vacío dejado. Además, los agricultores podían fácilmente reconocer y entender el problema subyacente y experimentar con las soluciones, ayudados por la información suministrada por las asociaciones de agricultores de laboreo cero. Las tradiciones locales también ayudaron: aunque no existía un conocimiento precursor del laboreo cero, hubo una tradición de innovar con cultivos comerciales. Además, un mal entendimiento entre los objetivos de la extensión y la investigación podría haber limitado el éxito del programa de AC. En Nueva Zelanda, el gobierno suprimió virtualmente todo el apoyo, incluyendo las ayudas ambientales, al sector agrícola pastoral dominante en el periodo posterior a 1984. Esta acción suministró una oportunidad única para evaluar las implicaciones de la eliminación del subsidio para la utilización de recursos en la explotación y la gestión ambiental. Los resultados sugieren que la respuesta a la eliminación de los subsidios, al menos a corto plazo, es un descenso en la

intensidad de cultivo, manifestada como: (1) uso reducido de las tierras marginales; (2) menor uso y más selectivo de los fertilizantes; y (3) reducido número de cabezas de ganado y estabulación. Al mismo tiempo, la creciente inseguridad entre los agricultores acortó los horizontes temporales en la planificación y frenó ciertas inversiones ambientales. Mientras que los agricultores todavía llevan a cabo prácticas como la plantación de árboles para el control de la erosión debido a una reconocida necesidad o a una ética conservacionista, la eliminación de ayudas y otros subsidios ha reducido generalmente la disposición y capacidad de los agricultores para llevar a cabo actividades de cuidado de la tierra, especialmente durante periodos de apuros económicos. Por tanto, muchos gobiernos regionales han llenado el vacío dejado por las ayudas nacionales mediante la financiación de nuevos programas que incentivan el cuidado de las explotaciones.

Fuentes: Bradshaw y Smit, 1997; Bradshaw *et al.*, 1998; Blunden y Bradshaw, 1999; Sorrenson, 1997.

Algunos estudios han mostrado que la extensión financiada por el gobierno tiene un impacto positivo en la adopción de prácticas de AC (por ejemplo Logan, 1990), aunque Agbamu (1995) previene de que no en todos los casos es así. En el caso de la asistencia financiera estatal, Napier y Camboni (1993) identifican una correlación positiva, aunque débil, entre la participación en estos programas y la adopción del laboreo de conservación. Más específicamente, basado en un modelo de explotación de cultivos comerciales en el sudeste de Ontario, Stonehouse y Bohl (1993) muestran que un subsidio que cubra, de una vez, un 20 por ciento de los costos de desembolso animaría al agricultor a pasar de un laboreo convencional al no laboreo. Sin embargo, el estudio sugiere que el cambio a cultivos de cubierta permanente, como la alfalfa, requeriría subsidios excesivamente altos. Finalmente, con relación a la utilización de los impuestos, Aw-Hassan y Stoecker (1994) determinaron que si los daños derivados de las prácticas convencionales fuera de la explotación fueran gravados con un impuesto de 2,25 dólares EE.UU. por tonelada de suelo perdido, la superficie de tierra con altos rendimientos/alta erosión bajo laboreo de conservación se incrementaría significativamente, mientras que el uso de la tierra con bajos rendimientos cambiaría a pastos. Sin embargo, en un estudio similar, Stonehouse y Bohl (1993) muestran que es difícil alcanzar niveles significativos en la prevención de la erosión vía impuestos y tiene como resultado reducciones significativas en los beneficios netos.

Más allá de los límites del laboreo de conservación, el estudio de los nuevos programas de conservación en Europa pueden suministrar alguna idea sobre el efecto de la política en el comportamiento de conservación entre los agricultores. Estos programas se han desarrollado a través de una conversión progresiva del extenso régimen de ayudas de la Unión Europea desde un apoyo a la producción hacia un apoyo a las prácticas ambientales, como la política de abandono de tierras (Potter y Goodwin, 1998). Tomando como base un estudio en Escocia, Wynn *et al.* (2001) muestran que la indemnización económica por sí sola no asegura el éxito de los programas de conservación ya que una falta de concienciación en dichos programas puede limitar la participación. Una vez que son conscientes, los agricultores son más proclives a participar, siempre y cuando exista un buen ajuste con la situación de la explotación y los costos para alcanzarla sean bajos. Dichos costos son generalmente un obstáculo (Wilson, 2000). Incluso con una completa compensación por los inevitables ingresos agrícolas resultantes de la participación, unos costos administrativos o de transacción iguales a sólo el 5 por ciento de la indemnización total pueden inhibir la participación del agricultor (Falconer, 2000). Este resultado en Europa sugiere que el apoyo financiero por sí solo no es suficiente

para incentivar la adopción de prácticas tipo de AC. Es necesario combinar dicho apoyo con otros esfuerzos dirigidos a las necesidades específicas del manejo de las explotaciones.

Cómo puede la política mejorar la adopción de la agricultura de conservación

Considerando los impactos ambientales experimentados en la segunda mitad del siglo pasado, se ha concluido que la eliminación de las ayudas al sector agrícola basadas en la producción representaría la manera más eficaz de atenuar la degradación ambiental por parte de los gobiernos (OECD, 1989 y 1998). Existe un debate en lo relativo a los medios empleados, tanto directos como indirectos, por los que los gobiernos pueden promover la conservación en la agricultura de una manera eficiente. El Cuadro 9 resume los numerosos enfoques adoptados por los gobiernos en el mundo desarrollado para alcanzar los diferentes objetivos de la conservación.

En la promoción de la AC, una preocupación fundamental para los políticos es si ésta suministra un beneficio neto positivo o negativo a los usuarios potenciales. Una vez desaparece esta incertidumbre, Uri (1998b) recomienda:

- asistencia técnica y formación donde la conservación sea rentable pero el agricultor no esté al corriente de las técnicas o de su rentabilidad, o no tiene los conocimientos básicos para llevarlas a cabo;
- asistencia financiera donde la conservación no es rentable para el agricultor como individuo pero podría suministrar beneficios sociales considerables;
- investigación y desarrollo a largo plazo;
- retirada de la tierra; y
- regulación e impuestos donde se requiere una actitud conservacionista por parte de todos los agricultores, o de aquellos que participan en los programas de ayudas relacionados (por ejemplo una medida de conformidad contrapuesta).

CUADRO 9

Resumen de los enfoques políticos para promover la agricultura de conservación

Categoría	Tipo de enfoque
Conformidad voluntaria	Acuerdos en el cuidado de la tierra, servicios de formación/extensión, investigación y desarrollo, centros de recursos, etc.
Controles económicos/comercio	Necesidades de conformidad contrapuestas, prohibiciones a la exportación, etc.
Incentivos financieros	Ayudas/subsidios, exenciones en los impuestos, etc.
Regulaciones	Estatutos, penalizaciones, zonificación, impuestos, etc.
Propiedad/manejo directo	Compra pública, fondos fiduciarios (fideicomiso), etc.

Fuente: Pierce, 1996.

Con respecto al primer enfoque, McNairn y Mitchell (1992) mantienen que fomentar la adopción de las prácticas de conservación requiere asegurar los beneficios a largo plazo,

información sin ambigüedad, fácilmente entendible y precisa y la promoción de múltiples beneficios, económicos y no económicos. La formación juega un papel determinante en la motivación de la adopción y necesita información y experiencia a medida, creíble y apropiada, que se comunique a través de los canales adecuados. Para ello, pueden ser altamente efectivos servicios de extensión que suministren información y asistencia, especialmente en el caso de las nuevas tecnologías emergentes, aunque no es necesario que los agentes públicos sean los proveedores exclusivos de dichos servicios.

La asistencia financiera para la adopción de las diferentes prácticas de conservación está bien establecida en Europa y, en menor grado, en Norte América. Dicha asistencia puede presentar diferentes formas, como la reducción de impuestos en la compra de equipos, el alquiler de maquinaria, los programas de costos compartidos y los subsidios directos. La asistencia es más apropiada para ayudar a superar inversiones iniciales de importancia y los costos de transición, así como en los casos donde la adopción no es rentable para la explotación individual. El Recuadro 5 presenta un análisis de las opciones políticas para fomentar la conservación de suelos en explotaciones de Ontario, Canadá, subrayando el papel que dichos análisis pueden jugar cuando se necesita la ayuda del gobierno. Sin embargo, Nowak (1987) sugiere que la asistencia financiera puede ser también importante en las situaciones en las que la adopción de una tecnología tiene como resultado beneficios netos positivos para los agricultores. El autor sostiene que el apoyo institucional tiende a reducir el riesgo al que se enfrentan los agricultores al adoptar una «tecnología desconocida» y reduce, por tanto, la necesidad de una información detallada previa a la adopción. Es decir, el apoyo del estado es útil para superar la no adopción causada por demandas de información costosas.

Un enfoque con una política menos intervencionista se podría centrar en la investigación y el desarrollo para mejorar los beneficios de la AC, mejorando su desempeño o reduciendo los costos. Este enfoque se basa en la adopción voluntaria y tiene como objetivo incrementar las ventajas de esta situación, haciendo la práctica más atractiva. Sin embargo, la investigación y el desarrollo es una estrategia política a largo plazo, con una probabilidad de éxito incierta.

La retirada de la tierra es sólo adecuada en aquellas ocasiones en las que los problemas de erosión son tan importantes como para garantizar la conversión a cultivos de cubierta permanente. Típicamente, este enfoque requiere una financiación pública importante para compensar a los agricultores, y no es factible en áreas altamente dependientes de una superficie de tierra limitada para la producción de cultivos de subsistencia.

Finalmente, aunque ya probado en algunos lugares, la regulación de los límites de erosión del suelo no es un enfoque habitual (Libby, 1985). Este enfoque surge probablemente en situaciones políticas delicadas y demandas de aplicación/conformidad onerosas, especialmente donde una regulación de la pérdida del suelo a través del no laboreo tiene como resultado descensos significativos en los beneficios netos (Cuadro 5). Un enfoque regulatorio más frecuente supone medidas de conformidad contrapuestas allí donde el derecho a un programa de apoyo depende de la adopción de ciertas prácticas de conservación. Debido a que la conformidad es por elección, el programa de ejecución será seguramente más factible desde el punto de vista político y más eficiente desde el punto de vista económico. Con respecto a la utilización de impuestos en la erosión, es posible inducir la adopción de la AC, incluso la conversión a pastos. Sin embargo, niveles significativos de conservación de suelos suponen importantes pérdidas en los ingresos (Recuadro 5). Por tanto, aunque posible, la recaudación de impuestos no es factible desde el punto de vista político.

La indeterminación en las conclusiones de los estudios empíricos y la naturaleza local obvia de muchos resultados sugieren que no es posible un enfoque universal. Para recoger las diferencias entre las diferentes explotaciones, agricultores y circunstancias económicas sería deseable un enfoque político con claros objetivos. En otras palabras, los mecanismos políticos, como las ayudas o los servicios de extensión podrían estar dirigidos a los individuos de un determinado lugar, o preferiblemente, a agricultores y formas de manejo de la explotación particulares (Recuadro 6). Aunque un enfoque político con claros objetivos supone una carga administrativa pesada para los funcionarios, se podría alcanzar una mayor eficiencia que con un enfoque más uniforme y podría representar el medio más efectivo de fomentar la AC.

Aunque este tipo de enfoque podría ser más apropiado para el diseño de programas que fomenten la AC de una forma directa, existen algunas directrices políticas alternativas que pueden ser de mayor aplicación universal. Por ejemplo, Isham (1999) apunta que las inversiones paralelas en capital social pueden ser necesarias para crear un entorno que permita de una forma suficiente la adopción de las actividades proyectadas, y esto se podría aplicar claramente en el caso de la AC. Algunos autores sostienen que el capital social es producto de un proceso de aprendizaje. El fomento de discusiones sobre la comunidad y la búsqueda de un consenso en la toma de decisiones puede ayudar a alcanzar dicho aprendizaje. Una cuestión clave es si los gobiernos pueden fomentar el capital social, ya que es posible que los esfuerzos «de arriba a abajo» no sean capaces de promover un capital social «de abajo a arriba». Sin embargo, Sobels *et al.*, (2001) sugieren que esto no es así, y citan el programa *Landcare* en Australia como ejemplo del éxito del apoyo gubernamental en su contribución al capital social. De hecho, en un cierto grado, el éxito del programa *Environmental Farm Plan* de Ontario se puede atribuir al amor propio del agricultor y a su interés en «hacer la cosa justa» (Recuadro 6). Tanto el orgullo como la presión ejercida por sus colegas pueden ser importantes formas de motivación para la adopción de la AC, y las políticas gubernamentales pueden ser capaces de contribuir en este frente.

RECUADRO 5 POLÍTICAS PARA FOMENTAR LA CONSERVACIÓN DE SUELOS: CULTIVOS COMERCIALES EN ONTARIO, CANADÁ

Se realizó un estudio para examinar los impactos de las políticas públicas en el uso de la tierra agrícola, la conservación de suelos, los aspectos económicos de la explotación y el presupuesto público y evaluar la efectividad de las alternativas políticas para combatir la erosión de los suelos. El objetivo era estimar *a priori* la efectividad de las acciones del gobierno diseñadas para evaluar las pérdidas por erosión. El estudio utilizaba un modelo de programación lineal multiperíodica para modelizar el manejo de una explotación típica de cultivos comerciales, que producía soja, maíz y cereal-grano en el suroeste de Ontario. La finalidad era maximizar el VAN de los beneficios netos de la explotación en un periodo de veinte años. Se consideraron diez sistemas de producción alternativos, representando diferentes rotaciones de cultivo y técnicas de laboreo (laboreo convencional, laboreo de conservación y laboreo cero). Además, se modelizaron seis políticas: (i) un límite regulado de pérdida de suelo debido a las operaciones en la explotación por año; (ii) un impuesto basado en las pérdidas por erosión anuales; (iii) un impuesto sobre los insumos materiales asociados a los sistemas de laboreo convencional; (iv) un subsidio «de una vez» para la compra de equipos de laboreo de conservación; (v) un subsidio anual para fomentar la incorporación de la alfalfa a la producción o para adoptar el laboreo de conservación; y (vi) un subsidio directo en los precios de producción para la alfalfa. En ausencia de cualquier política pública, el

sistema más rentable era la rotación maíz-soja-trigo de invierno con laboreo convencional. Otras políticas mostraban lo siguiente:

- Satisfacer una regulación de pérdida de suelo requería cambios en el sistema de producción; ya que la regulación llegaba a ser restrictiva progresivamente, el agricultor pasaba del laboreo convencional al laboreo de conservación (laboreo cero) y el flujo de caja neto del agricultor descendía en un 57 por ciento como máximo.
- Se requería un nivel modesto en los impuestos sobre pérdida de suelo (0,20 t/año) para reducir la erosión en un 20 por ciento y se conseguía con una relativamente pequeña pérdida en el flujo de caja neto (6 por ciento). Sin embargo, un incremento en el nivel de impuestos conseguía poco en términos de reducción de pérdidas de suelo, pero erosionaba de una forma severa el flujo de caja neto.
- La efectividad en el impuesto sobre los insumos materiales depende de la rotación de cultivos elegida por el agricultor.
- En la ayuda «de una vez», el subsidio del 20 por ciento para el equipo de laboreo cero sería suficiente para elevar el flujo de caja neto en un periodo de cuatro años por encima del laboreo convencional y del laboreo de conservación.
- Un subsidio anual directo sobre la producción del 20 por ciento sería suficiente para la producción de maíz continua con laboreo cero para sobrepasar el flujo de caja neto del cultivo maíz-soja con laboreo de conservación.
- Sería necesario un subsidio muy alto para la alfalfa para inducir a los agricultores a cambiar a un sistema menos erosivo.

En conclusión, las medidas políticas del sector público que requieren que el agricultor asuma la carga de reducir la erosión, difícilmente se podrán llevar a cabo debido a los efectos financieros adversos impuestos en las operaciones de la explotación. Las políticas públicas que requieran que los contribuyentes asuman dicha carga serían efectivas en términos de coste por unidad de erosión controlada, pero podrían suponer un problema fiscal, especialmente en un periodo de déficit presupuestario gubernamental e incremento de la deuda.

Fuente: Stonehouse y Bohl, 1993.

RECUADRO 6

EL PROGRAMA ENVIRONMENTAL FARM PLAN DE ONTARIO

El Programa *Environmental Farm Plan* (EFP) de Ontario representa un enfoque innovativo en la conservación ambiental de la explotación, a través de la participación voluntaria de los agricultores para evaluar el riesgo ambiental y despertar la conciencia ambiental en su explotación. El Programa EFP se inició en 1992, ayudando a los agricultores a desarrollar un plan práctico para manejar sus explotaciones de una forma ambientalmente responsable. Los agricultores individuales trabajan a través de una serie de 23 módulos que cubren aspectos como la calidad del agua y el hábitat natural y envían sus planes individualizados para una revisión «de igual a igual» (es decir a otros agricultores). Comenzó, y todavía permanece, como un proceso dirigido por los propios agricultores, aunque el gobierno suministra algún experto técnico y fondos. La conformidad y el interés entre los agricultores es alto, especialmente en lo relativo a los enfoques de regulación tradicionales conducidos por el gobierno.

Aunque existe algún aporte de fondos (un máximo de 1 500 dólares canadienses por explotación para los agricultores que completen, lleven a cabo y aseguren su participación en

el EFP; además, los ganadores de los concursos ambientales reciben 1 000 dólares canadienses), el programa se basa fundamentalmente en el amor propio de los agricultores y en su deseo de destacar entre sus colegas, vecinos y consumidores. Como declaraba un participante en el programa: «El EFP es una excelente manera de puntuar nuestra propia tarjeta de resultados y valorar todas nuestras actividades agrícolas desde un punto de vista ambiental.... Necesitamos informar a nuestros vecinos de la ciudad de que estamos preocupados por el ambiente».

Fuentes: Grudens-Schuck, 2000; Klupfel, 2000; Stonehouse, 2000; Ontario Soil and Crop Improvement Association, 2001.

Implicaciones del análisis económico y político

Los análisis políticos y económicos especializados son prerequisites para un diseño apropiado y para centrar objetivos de una forma correcta en las políticas de AC. Los analistas políticos y los economistas interesados en la AC pueden utilizar numerosas técnicas y formas de pensar. Los indicadores de sostenibilidad constituyen un ejemplo. Estos últimos recogen los cambios sobre las prácticas agrícolas que alteran la sostenibilidad del sistema de cultivo de una manera cuantificable, que un análisis convencional podría no recoger. Por tanto, los indicadores de sostenibilidad pueden describir la evolución de la productividad del suelo en el tiempo o presentar su estado, de forma que sean capaces de contrastar mejor las condiciones bajo manejo convencional y de conservación. Los indicadores de sostenibilidad son aplicables en un ámbito local, intermedio, como en la comunidad o región, o incluso más amplio.

CUADRO 10

Efectos del manejo del laboreo y del suelo en los índices de sostenibilidad

Nivel de sostenibilidad	Índices de sostenibilidad influenciados por el laboreo del suelo
Planta/cultivo	Rendimientos agrícolas
Sistema de cultivo	Productividad
Sistema de explotación	Beneficio, ingreso, recursos y calidad ambiental
Región/comunidad	Suministro, ingreso no agrícola, ventaja comparativa, calidad ambiental
Nacional	PNB, sostenibilidad de recursos, situación actual en el comercio
Internacional	Ingesta de calorías per cápita

Fuente: Lal, 1999.

En el Cuadro 10 se detalla cómo varían algunos de los indicadores con el cambio en las prácticas de laboreo y cómo afectan a cada uno de estos niveles. Cuanto más completas sean las medidas de sostenibilidad que se incorporan a estos indicadores, los cambios en las prácticas agrícolas supondrán también cambios en las medidas de acompañamiento.

En la explotación y en la localidad, los indicadores de sostenibilidad evalúan la sostenibilidad de sistemas de cultivo específicos y, por interferencia, la sostenibilidad del laboreo del suelo dentro de un sistema productivo determinado (Tisdell, 1996). El Cuadro 10 sugiere diferentes

variables de la explotación que podrían ser válidas como indicadores. Los indicadores que son más completos definen la sostenibilidad en su aspecto de manejo, utilizando conceptos como el ingreso sostenible. Este último se puede definir como el ingreso potencial a perpetuidad que se puede derivar de la utilización de un recurso. En algunos casos, los indicadores que acompañan estas definiciones ligan la degradación del suelo en la explotación a las técnicas de contabilidad nacionales.

En un nivel macroeconómico, el sistema de contabilidad nacional ha integrado la degradación del suelo, a través de iniciativas contables «verdes», como el *Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas de las Naciones Unidas*. Para ser coherentes con las prácticas contables nacionales estándar, la «contabilidad verde» mide la inversión o desinversión en el capital natural del suelo y entonces ajusta el PNN/PNB consecuentemente. Otros enfoques nacionales para los indicadores incluyen los cálculos de las tasas de ahorro «auténticas» del Banco Mundial. Estas últimas ajustan los ahorros netos domésticos mediante cambios en el valor del almacenamiento de los recursos y en los daños debidos a la contaminación, mientras que el indicador de Pearce-Atkinson incorpora elementos relacionados con la idea de ahorros «auténticos». Indicadores como éste pueden llevar a los políticos, de una forma más clara, el mensaje de que la degradación de los suelos tiene como resultado una pérdida en la riqueza de un país, y así aunar mayores esfuerzos en la promoción de prácticas más sostenibles, como la AC.

Los analistas que tienen que evaluar el potencial de los proyectos relacionados con la AC o las prácticas agrícolas a elegir, pueden adoptar diferentes medidas. Estos esfuerzos son importantes porque algunos de los beneficios de la AC no aparecen en los análisis del tipo costo-beneficio o en las comparaciones entre AC y prácticas alternativas definidas en términos financieros de una forma sesgada.

Técnicas de valoración no basadas en los precios de mercado

Es una práctica común utilizar estas técnicas de valoración para incorporar los beneficios y costos de las prácticas agrícolas que no tienen un precio en los mercados. Los ejemplos incluyen la sedimentación en zonas situadas aguas abajo procedente de la erosión de los suelos o la pérdida de fertilización orgánica, donde el estiércol es utilizado como combustible en lugar de en campos de cultivo. Las prácticas de valoración más apropiadas para las comparaciones entre las prácticas agrícolas convencionales y la AC incluyen el costo de reemplazo, los cambios en la productividad, enfoques sustitutos directos e indirectos, gastos preventivos o de mitigación y técnicas de mercado hipotéticas o construidas (IIED, 1994).

El agotamiento del suelo como capital natural

Los análisis económicos de los proyectos pueden incorporar el agotamiento del suelo como una forma de capital natural en las prácticas de laboreo convencional, ya que permite comparaciones más realistas con la AC. Este agotamiento constituye un costo de cultivo no sostenible adicional a los costos normales de producción. Se trata de un costo del propio usuario ya que produce ganancias a corto plazo a expensas de los futuros ingresos (Daly, 1996). El omitir los costos propios del usuario tiene como resultado una exageración en los beneficios netos económicos de las prácticas de cultivo actuales, que agotan los suelos. Existen diferentes técnicas disponibles para calcular el costo del usuario por agotar el almacén de recursos naturales. Dos enfoques comunes son el método del precio neto y el método del costo marginal del usuario.

Presupuesto integral de la explotación

Un análisis ambiental adecuado requiere la evaluación de los cambios en las condiciones ambientales en lo relativo al rango de respuestas en el comportamiento que pueden existir (Freeman, 1993). Cuando los agricultores adoptan la AC, se pueden esperar numerosos cambios adicionales, como el cambio de cultivos, cambios en las medidas de control de plagas, cambios en las labores de cultivo para los diferentes miembros de la familia (por género), etc. Por esta razón, el análisis comparativo de la AC y las prácticas alternativas deberían adoptar un enfoque integrado de la explotación para recoger la gama completa de cambios en el comportamiento (Sorrenson, 2001). Diebel *et al.* (1993) sostienen que el análisis de prácticas individuales aisladas puede incluso suministrar resultados engañosos cuando ciertos factores se combinan de una forma sinérgica para generar barreras a la adopción que no son evidentes.

Técnicas alternativas de evaluación de proyectos

Mientras que en la redacción de proyectos se hace un uso universal del análisis de costo-beneficio, otras técnicas de evaluación de proyectos optan por la evaluación de proyectos o técnicas de AC. Entre ellas, se encuentra el análisis multi-criterio (AMC), el análisis de costo-efectividad, el análisis de decisiones, la evaluación de impacto ambiental y los métodos participativos. El AMC reconoce que los responsables de la toma de decisiones de los gobiernos y los pequeños propietarios tienen muchos objetivos en mente cuando deciden sobre la viabilidad de un proyecto agrícola y las prácticas de manejo de la explotación, respectivamente; más de lo que el simple análisis de costo-beneficio puede llegar a recoger. Además, diferentes técnicas de compensación, como las curvas de compensación u otras técnicas analíticas más sofisticadas, pueden ayudar a evaluar el equilibrio entre objetivos contrapuestos. Por ejemplo, Van Kooten *et al.* (1990) utilizan dicho método para examinar el equilibrio entre los beneficios netos y las motivaciones de cuidado de la tierra entre los agricultores en Saskatchewan, Canadá, en la adopción de las prácticas de conservación de suelos.



Capítulo 4. Conclusiones

Los beneficios de la AC varían desde el apoyo a la producción agrícola básica para satisfacer las necesidades de seguridad alimentaria de una forma sostenible, al apoyo, de una forma global, de la biodiversidad terrestre y del suelo, finalizando por la fijación de carbono. La revisión del pensamiento actual sobre estos beneficios sugiere que la expansión de la AC dentro de las diferentes zonas agroecológicas es muy adecuada desde un punto de vista social.

Sin embargo, la rentabilidad financiera de la AC es incierta. Aunque parece haber una pequeña ventaja comparativa en los costos sobre las prácticas convencionales, en términos

generales, es probable que los resultados fluctúen ampliamente de un lugar a otro, con multitud de estudios que muestran que la AC es incluso menos rentable. Existen también diferencias en el análisis de experiencias en países desarrollados frente a los países en desarrollo, con ejemplos en zonas montañosas tropicales en el último grupo que demuestran las diferentes ventajas de la AC debido a su enfoque más completo y a sus mejores condiciones agro-climáticas. En contraste, los resultados de las experiencias en áreas templadas se deben tomar con cierta cautela ya que el enfoque de la AC promovido es menos intensivo y cualquier ventaja en el coste será probablemente insuficiente para generar los niveles de adopción y difusión justificados desde una perspectiva social. En parte, esta situación se da porque los agricultores no pueden disfrutar de los muchos beneficios nacionales y globales de la AC.

Considerando esta divergencia entre los intereses sociales y privados, las intervenciones que promueven las técnicas agrícolas más sostenibles se justifican en un contexto social y en el ámbito tanto nacional como internacional. Sin embargo, la AC no es la única técnica de conservación de suelos y aguas que puede generar los beneficios citados anteriormente. Por tanto, es necesario situar la AC dentro de una gama más amplia de alternativas a las prácticas agrícolas convencionales. De modo alentador, la AC es representativa de un grupo de prácticas agronómicas de mejora, que son generalmente más rentables que las tecnologías de conservación de agua y suelos con las que compiten, habitualmente más estructurales o puramente fitotécnicas en naturaleza.

Si los enfoques del tipo de la AC son preferibles a otras alternativas, en ese caso la ayuda económica podría parecer una respuesta política apropiada a fomentar. Sin embargo, es poco probable que este ejercicio llene el vacío existente entre los niveles de adopción socialmente deseables y el comportamiento del agricultor actual. Existen otros factores que afectan también a la adopción. Por ejemplo, muchos de estos factores de influencia son estadísticamente significativos en modelos que intentan explicar el comportamiento actual de la adopción (en oposición a las discusiones generales con falta de apoyo empírico). Estos otros factores son el resultado de diferentes objetivos de manejo agrícola, y barreras o limitaciones fundamentales que inhiben una respuesta a señales de beneficio. En algunos casos, es la dimensión colectiva más que la privada, la que es crítica para el éxito de la adopción. Parece haber una correlación entre los niveles más altos de capital social y el éxito en estas situaciones. Por tanto, la promoción de la AC debe comenzar con la identificación de todos los factores que impiden la adopción y no simplemente una falta de beneficios financieros netos.

La política ha sido también un factor determinante importante para explicar la pasada adopción o la no adopción. Las posturas políticas han sido, en ocasiones, débiles y poco efectivas en la promoción de la AC. Buena parte del éxito de la difusión de la tecnología ha sido debido al apoyo procedente de las corporaciones privadas, la formación y gestión de los grupos de agricultores y otros senderos no gubernamentales. Además, ha habido políticas contradictorias que han operado con frecuencia con objetivos contrapuestos, incentivando y desincentivando la AC al mismo tiempo. A pesar de estas deficiencias, existen ejemplos de medidas políticas con éxito, que incluyen programas de escisión «verdes» en Europa y programas de cuidado de la tierra de cultivo, como el programa *Landcare* en Australia.

El análisis anterior contiene implicaciones para los políticos. Por otra parte, la asunción de que la AC se extenderá por sí misma en una forma deseable no es apropiada. Por otra parte, tampoco sería realista una política uniforme que satisfaga las necesidades de diferentes áreas,

aunque consista en intervenciones directas o incentivos más indirectos que sean resultado de la investigación y el desarrollo, o de una mezcla de ambos. El diseño de políticas con éxito para promover la AC se debería iniciar con un completo entendimiento de las condiciones de la explotación. Dicho entendimiento necesita incluir objetivos de manejo, actitudes ante el riesgo y voluntad para realizar compensaciones entre el cuidado de la tierra y los beneficios. El siguiente paso es el diseño cuidadoso de programas que tengan en cuenta las áreas de localización y una gama de herramientas políticas. La flexibilidad es seguramente un elemento clave en el diseño de una política para promover la AC.

Un área donde podrían ser útiles políticas más uniformes es en el desarrollo del capital social y en la promoción de las condiciones precursoras para una acción colectiva. Por ejemplo, los beneficios del capital social de los enfoques del grupo de extensión están probablemente poco reconocidos. Dada la demostrada importancia que tienen los grupos de agricultores y la diseminación de la información en el éxito de la difusión de la AC, los esfuerzos para fortalecer las condiciones que permiten fomentar estas actividades pueden generar grandes dividendos.

En la concepción de políticas apropiadas relacionadas con la AC y, más en general, con la agricultura sostenible, hay una necesidad de mejora del análisis político y la información en la toma de decisiones. El desarrollo de indicadores de desarrollo que pueden mostrar más claramente los beneficios de la AC sobre sus alternativas es un paso. Las mejoras similares son alcanzables en un ámbito de análisis económico. Por ejemplo, la incorporación del agotamiento del capital natural en estudios de prácticas agrícolas convencionales puede ayudar a evidenciar las limitaciones de estas técnicas. Finalmente, un enfoque de sistemas integrados de explotación podría constituir la base más apropiada para el análisis financiero de la AC, ya que dicho enfoque recoge la gama completa de respuestas que los agricultores realizan cuando eligen adoptar una nueva técnica como la AC. Además, se pueden incorporar las diferentes opciones disponibles para los agricultores al realizar dicha elección, algo que no es posible en una comparación simplista entre laboreo convencional y AC.



Bibliografía

Agbamu, J.U. 1995. Analysis of farmers' characteristics in relation to adoption of soil management practices in the Ikorodu area of Nigeria. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 39(4): 213-222.

Aw-Hassan, A. y Stoecker, A. 1994. A public and private analysis of the costs of reducing soil erosion by reduced tillage systems. *Current Farm Economics*, 67(2): 23-39

Banco Mundial. 1998. *Implementation completion report Brazil: land management project Parana (Loan 3018-BR)*. Environmentally and Socially Sustainable Development Sector Management Unit, Latin America and the Caribbean Region, Washington, DC, Banco Mundial.

- Banco Mundial.** 2000. *Implementation completion report Brazil: Land management II - Santa Catarina project: implementation completion report (Loan 3160-BR)*. Report #20482, Washington, DC, Banco Mundial.
- Batie, S.S. y Taylor, D.B.** 1989. Widespread adoption of non-conventional agriculture: profitability and impacts. *American Journal of Alternative Agriculture*, 4(3-4): 128-134.
- Batjes, N. H.** 1999. *Management options for reducing CO2 concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil*. NRP informe No. 410 200 031, Publicación Técnica 30, Wageningen (Holanda), ISRIC.
- Bebbington, A.** 1997. Social capital and rural intensification: local organizations and islands of sustainability in the rural Andes. *Geographical Review*, 163(2): 189-197.
- Blunden, G. y Bradshaw, B.,** 1999. Fertiliser and sustainable land management in pastoral farming: Northland. In: Burch, D., Goss, J. y Lawrence, G. (Eds.). *Restructuring global and regional agriculture: transformations in Australasian agri-food economies and spaces*. Ashgate. Aldershot. pp. 203-220.
- Bradshaw, B. y Smit, B.** (1997). Subsidy removal and agro-ecosystem health. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 64(3):245-260.
- Bradshaw, B., Cocklin, C. y Smit, B.** 1998. Subsidy removal and farm-level stewardship in Northland. *New Zealand Geographer*, 54(2): 12-20.
- Bultena G.L. y Hoiberg E.O.** 1983. Factors affecting farmers' adoption of conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(3): 281-284.
- Busscher, W.J., Reeves, D.W., Kochhann, R.A., Bauer, P.J., Mullins, G.L., Chapman, W.M., Kemper, W.D. y Galerani, P.R.** 1996. Conservation farming in southern Brazil: using cover crops to decrease erosion and increase filtration. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51(3): 188-182.
- Campbell, B., Byron, N., Hobane, P., Madzudzo, E., Matose, F. y Wily, L.** 1999. Moving to local control of woodland resources: can CAMPFIRE go beyond the mega-fauna? *Society and Natural Resources*, 12: 501-9.
- Carlson, J.E., Schnabel, B., Beus, C.E. y Dilman, D.E.** 1994. Changes in soil actitud frente a la conservaci3n and behaviors of farmers in the Palouse and Camas prairies: 1976-1990. *Journal of Soil and Water Conservation*, 49(5): 493-500.
- Cary, J. y Wilkenson, R.** 1997. Perceived profi tability and farmers' conservation behaviour. *Journal of Agricultural Economics*, 48(1): 13-21.
- Caveness, F.A. y Kurtz, W.B.** 1993. Agroforestry adoption and risk perception by farmers in Senegal. *Agroforestry Systems*, 21: 11-25.
- Chase, C.A. y Duffy. M.D.** 1991. An economic analysis of the Nashua tillage study: 1978-1987. *Journal of Production Agriculture*, 4(1): 91-98.

- Clay, D., Reardon, T. y Kangasniemi, J.** 1998. Sustainable intensification in the highland tropics: Rwandan farmers' investments in land conservation and soil fertility. *Economic Development and Cultural Change*.
- Cook, M.G. y Lewis, W.M. (eds.)**. 1989. *Conservation tillage for crop production in North Carolina*. Raleigh (Estados Unidos de América), Servicio de Extensión Agrícola, Universidad del Estado de Carolina del Norte.
- Cook, M.G.** 1989. *Environmental impacts of conservation tillage*. Raleigh (Estados Unidos de América), Servicio de Extensión Agrícola, Universidad del Estado de Carolina del Norte, 407: 51-55.
- Crosson, P.** 1981. *Conservation tillage and conventional tillage: a comparative assessment*. Ankeny (Estados Unidos de América, Sociedad Americana de Conservación de Suelos).
- de Harrera, A.P. y Sain, G.** 1999. *Adoption of maize conservation tillage in Azuero, Panama*. *Economics*. Working Paper 99-01. CIMMYT.
- Diebel, P.L., Taylor, D.B. y Batie, S.S.** 1993. Barriers to low input agriculture adoption: a case study of Richmond county, Virginia. *American Journal of Alternative Agriculture*, 8(3): 120-127.
- ECAF.** 2001. *Conservation agriculture in Europe*. (<http://www.ecaf.org/English/First.htm>).
- Economic Research Service and Natural Resources Conservation Service.** 1998. *Economics and environmental benefits and costs of conservation tillage*. Washington, DC, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.
- Ehui, S.K., Kang, B.T. y Ghuman, B.S.** 1989. *Economic analysis of soil erosion effects in alley cropping, no-till and bush fallow systems in south western Nigeria*. Ibadan, Instituto Internacional de Agricultura Tropical.
- Ehui, S.K., Kang, B.T. y Spencer, D.S.C.** 1990. Economic analysis of soil erosion effects in alley cropping, no-till and bush fallow systems in south western Nigeria. *Agricultural Systems*, 34: 349-368.
- Ellis-Jones, J. y Mudhara, M.** 1995. Factors affecting the adoption of soil and water conservation technologies in semi-arid Zimbabwe. In Twomlow, S., Ellis-Jones, J., Hagmann, J. y Loos, H., eds. *Soil and water conservation tillage for smallholder farmers in semi-arid Zimbabwe: transfers between research and extension*. Bedford, Reino Unido, Instituto de Investigación de Silsoe.
- Elwell, H.A.** 1993. Development and adoption of conservation tillage practices in Zimbabwe. In *Soil tillage in Africa: needs and challenges*. Boletín de suelos 69 de FAO. Rome, FAO.
- Environmental Protection Agency.** 1984. *Lake Erie demonstration projects evaluating impacts of conservation tillage on cost, yield, environment*. National Association of Conservation Districts, Great Lakes National Program Office, Estados Unidos de América.

- Erenstein, O.** 1997. *Conservation tillage or residue conservation? An evaluation of residue management in Mexico*. Grupo de Recursos Naturales, CIMMYT.
- Falconer, K.** 2000. Farm-level constraints on agri-environmental scheme participation: a transactional perspective. *Journal of Rural Studies* 16: 379-394.
- Falk, I. y Kilpatrick, S.** 2000. What is social capital? A study of the interaction in a rural community. *Sociologia Ruralis*, 40(1): 87-110.
- FAO.** 1999. *Prevention of land degradation, enhancement of carbon sequestration and conservation of biodiversity through land use change sustainable land management with a focus on Latin America and the Caribbean*. Conclusiones de la consultoría de expertos de FIDA/FAO, Abril 15, 1999, Roma, FIDA.
- FAO.** 2001. *The economics of soil productivity in Africa*. Boletín de suelos. Roma.
- FAO/FIDA.** 1999. *Incentive systems for natural resource management: the role of indirect incentives*. Environmental Report Series 2, Informe No. 99/023 IFADRAF, Roma.
- Fawcett, R.S., Christensen, B.R. y Tierney, D.P.** 1994. The impact of conservation tillage on pesticide runoff into surface water: a review and analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*. 49(2): 126-135.
- Feder, G., Just, R. y Zilberman, D.** 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2): 255-298.
- Flora, C.B.** 1995. Social capital and sustainability: agriculture and communities in the great plains and corn belt.
- Forster, D.L.** 2000. Public policies and private decisions: their impacts on Lake Erie water quality and farm economy. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(3): 309-327.
- Forster, D.L., Smith, E.C. y Hite, D.** 2000. A bioeconomic model of farm management practices and environmental effluents in the western Lake Erie basin. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(2): 177-182.
- Fox, G., Weersink, A., Sarwar, G., Duff, S. y Deen, B.** 1991. Comparative economics of alternative agricultural production systems: a review. *Northeast Journal of Agricultural Resource Economics*, 20(1): 124-142.
- Gardner, B.L.** 1990. *The economics of agricultural policies*. Toronto, McGraw-Hill.
- Gould, B.W., Saupe, W.E. y Klemme, R.M.** 1989. Conservation tillage: the role of farm and operator characteristics and the perception of soil erosion. *Land Economics*, 65(2): 167-82.
- Govindasamy, R., Cochran, M.J., McClelland, M. y Frans, R.E.** 1995. Economics of conventional tillage vs. conservation tillage in Arkansas. *Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series*, 0(442): 8-19.

Gray, R.S., Taylor, J.S. y Brown, W.J. 1996. Economic factors contributing to the adoption of reduced tillage technologies in central Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 76(4): 661-668.

Grudens-Schuck, N. 2000. Extension and grassroots educators' approaches to participatory education: interrelationships among training, worldview, and institutional support. Ponencia presentada en la Conferencia sobre Investigación de Formación de Adultos, UBC, Vancouver, Canadá.

Guerin, L.J. y Guerin, T.F. 1994. Constraints on the adoption of innovations in agricultural research and environmental management: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34: 549-571.

Helms, G.L., Bailey, D. y Glover, T.F. 1987. Government programs and adoption of conservation tillage practices on non-irrigated wheat farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 69(4): 786-795.

Hernández, J.L., Giron, V.S. y Cerisola, C. 1995. Long term energy use and economic valuation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*, 35(4): 183-198.

Hinchcliffe, F., Guijt, I., Pretty, J.N. y Shah, P. 1995. *New horizons: the economic, social and environmental impacts of participatory watershed development*. Gatekeeper Series Paper No. 50. Londres, IIED.

Isham, J. 1999. *Can investments in social capital improve local development and environmental outcomes? a cost-benefit framework to assess the policy options*. Department of Economics and Program in Environmental Studies, Middlebury College, Middlebury.

Isham, J. 2000. *The effect of social capital on technology adoption: evidence from rural Tanzania*. Department of Economics and the Program in Environmental Studies, Middlebury College, Middlebury.

Jones, G.E. 1967. The adoption and diffusion of agricultural practices. *World Agricultural Economics and Rural Sociology Annals*, 9(3): 1-29.

Kelly, T.C., Lu, Y. y Teasdale, J. 1996. Economic-environmental tradeoffs among alternative crop rotations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60(1): 27-28.

Kern, J.S. y Johnson, M.G. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 200-210.

Kirby, G.W.M., Hristova, V.J. y Murti, S. 1996. Conservation tillage and ley farming in the semi-arid tropics of northern Australia: some economic aspects. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36(8): 1049-1057.

Kittredge, J. 1996. Community-supported agriculture: rediscovering community. In Vitek, W. y Jackson, W., eds. *Rooted in the land: essays on community and place*. New Haven, Yale University Press.

Klupfel, E.J. 2000. Achievements and opportunities in promoting the Ontario Environmental Farm Plan. *Environments*, 28(1): 21-36.

Korsching, P.F., Stofferahn, C.W., Nowak, P.J. y Wagener, D.J. 1983. Adoption characteristics and adoption patterns of minimum tillage: implications for soil conservation programs. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(4): 428-431.

Ladewig, H. y Garibay R. 1983. Reasons why Ohio farmers decide for or against conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*. 38(6): 487-488.

Lal, R. y Kimble, J.M. 1997. Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49(1-3): 243-253.

Lal, R. 1995. *Tillage systems in the tropics: Management options and sustainability implications*. Boletín de suelos 71 de FAO. Roma, FAO.

Lal, R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. *Soil and Tillage Research*, 43(1-2): 81-107.

Lal, R. 1999. Tillage and agricultural sustainability. *Soil and Tillage Research*, 20: 133-146.

Lamers, J., Bruentrup, M. y Buerkert, A. 1998. The profitability of traditional and innovative mulching techniques using millet crop residues in the West African Sahel. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67: 23-35.

Landers, J.N. 1998. Technology transfer mechanisms for the new zero tillage techniques in the Savannah's of central Brazil and the benefits for the environment. ACTS Workshop Gestion Agrobiologique des Ecosystems Agraires, Antananarivo, Madagascar, FOFIFA-CIRAD.

Lewandrowski, J., Tobey, J. y Cook, Z. 1997. The interface between agricultural assistance and the environment: chemical fertilizer consumption and area expansion. *Land Economics* 73(3): 404-427.

Libby, L.W. 1985. Public policy issues influencing directions in conservation tillage. In D'Itri, F.M., ed. *A systems approach to conservation tillage*. Chelsea, Michigan, Lewis Publishers.

Liu, S. y Duffy, M.D. 1996. Tillage systems and profitability: an economic analysis of the Iowa MAX Program. *Journal of Production Agriculture*, 9(4): 522-527.

Lockie, S., Mead, A., Vanclay, F. y Butler, B. 1995. Factors encouraging the adoption of more sustainable crop rotations in south-east Australia: profit, sustainability, risk and stability. *Journal of Sustainable Agriculture*, 6(1): 61-79.

Logan, T.J., Davidson, J.M., Baker, J.L. y Overcash, M.R. 1987. *Effects of conservation tillage on groundwater quality: nitrates and pesticides*. Chelsea, Michigan, Lewis Publishers.

Lutz, E. Pagiola, S. y Reiche, C. 1994. Economic and institutional analyses of soil conservation projects in Central America and the Caribbean. World Bank Environment Paper 8. Washington D.C., Banco Mundial.

Lynne, G. 1995. Modifying the neo-classical approach to technology adoption with behavioural science models. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 27(1): 67-80.

Marra, M.C. y Ssali, B.C. 1990. *The role of human capital in the adoption of conservation tillage: the case of Aroostook County, Maine, potato farmers.* Experiment Station Bulletin 831. University of Maine, Bangor, Department of Agricultural and Resource Economics.

McNairn, H.E. y Mitchell, B. 1992. Locus of control and farmer orientation: effect on conservation adoption. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 5(1): 87-101.

Molinas, J.R. 1998. The impact of inequality, gender, external assistance and social capital on local-level cooperation. *World Development*, 26(3): 413-431.

Moreno F., Pelegrin, F., Fernandez, J.E. y Murillo, J.M. 1997. Soil physical properties, water depletion and crop development under traditional conservation tillage in southern Spain. *Soil and Tillage Research*, 41(1-2): 25-42.

Morris, J, Mills, J. y Crawford, I. 2000. Promoting farmer uptake of agrienvironment schemes: The Countryside Stewardship Arable Options Scheme. *Land Use Policy* 17(3): 241-254.

Moyer, J.R., Roman, E.S., Lindwall, C.W. y Blackshaw, R.E. 1994. Weed management in conservation tillage systems for wheat production in North and South America. *Crop Protection*, 13(4): 243-259.

Mueller, D.H., Klemme, R.M. y Daniel, T.C. 1985. Short- and long-term cost comparisons of conventional and conservation tillage systems in corn production. *Journal of Soil and Water Conservation*, 40(5): 466-470.

Napier, T.L. y Camboni, S.M. 1993. Use of conventional and conservation practices among farmers in the Scioto River basin of Ohio. *Journal of Soil and Water Conservation*, 48(3): 231-237.

Napier, T.L. y Forster, D.L. 1982. Farmers' attitudes and behavior associated with soil erosion control. In Halerow, H.G., Heady, E.O. y Cotner, M.L., eds. *Soil conservation policies, institutions and incentives.* Ankery (Estados Unidos de América) Sociedad Americana de Conservación de Suelos.

Napier, T.L., Thraen, C.S., Gore, A. y Goe, W.R. 1984. Factors affecting adoption of conventional and conservation tillage practices in Ohio. *Journal of Soil and Water Conservation*, 39(3): 205-209.

Napier, T.L., Tucker, M. y McCarter, S. 2000. Adoption of conservation production systems in three Midwest watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(2): 123-134.

- Nowak, P.J.** 1983. Obstacles to adoption of conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(3): 162-165.
- Nowak, P.J.** 1985. Farmers' attitudes and behaviors in implementing conservation tillage decisions. In D'Itri, F.M., ed. *A systems approach to conservation tillage*. Chelsea, Michigan, Lewis Publishers.
- Nowak, P.J.** 1987. The adoption of agricultural conservation technologies: economic and diffusion explanations. *Rural Sociology*, 52(2): 208-220.
- Nyagumbo, I.** 1997. Socio-cultural constraints to small-holder farming development projects in Zimbabwe: a review of experiences from farmer participatory research in conservation tillage. *The Zimbabwe Science News*, 31(2): 42-48.
- OECD.** 1989. *Agricultural and environmental policies: opportunities for integration*. París.
- OECD.** 1998. *The environmental effects of reforming agricultural policies*. París.
- Okoye, C.** 1998. Comparative analysis of factors in the adoption of traditional and recommended soil erosion control practices in Nigeria. *Soil and Tillage Research* 45: 251-263.
- Ontario Soil and Crop Improvement Association.** 2001. Ontario Environmental Farm Plan. 22 de agosto.
- Pagiola, S.** 1999. Economic analysis of incentives for soil conservation. In Sanders, D.W., Huszar, P.C., Sombatpanit, S. y Enters, T., eds. *Incentives in soil conservation from theory to practice*. India, Oxford y IBH Publishing Co.
- Pampel, F. y van Es, J.C.** 1977. Environmental quality and issues of adoption research. *Rural Sociology* 42(1): 57-71.
- Parish, D.H.** 1992. *New technologies in soil fertility maintenance: private sector contributions*. Presented at the Agricultural Symposium, Banco Mundial 8-10 de enero, 1992.
- Paudel, K.P. y Lohr, L.** 2000. *Meeting the Kyoto target through conservation tillage and its implications for natural capital maintenance, production efficiency, and sustainability*. Working Paper Series 2-2000. Auburn University, Alabama.
- Pierce, J.** 1993. Agriculture, sustainability and the imperatives of policy reform. *Geoforum*, 24(4): 381-396.
- Pierce, J.** 1996. The conservation challenge in sustaining rural environments. *Journal of Rural Studies*, 12(3): 215-229.
- Pimentel, D., Dalthorp, D., Harvey, C., Pesosudarmo, P., Sinclair, K., Kurtz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. y Blair, R.** 1994. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits.

Ponce-Hernandez, R. 1999. *Assessing the carbon stock and carbon sequestration potential of current and potential land use Conversions*. Environmental and Resource Studies Program, Department of Geography, Trent University, Peterborough.

Potter, C. y Goodwin, P. 1998. Agricultural liberalization in the European Union: an analysis of the implications for nature conservation. *Journal of Rural Studies* 14(3): 287-298.

Pretty, J.N. 1995. *Regenerating agriculture*. Londres, Earthscan Publications.

Rahm, M.R. y Huffman, W.E. 1984. The adoption of reduced tillage: the role of human capital and other variables. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(4): 405-413.

Reardon, T. y Vosti, S.A. 1997. Policy analysis of conservation investments: extensions of traditional technology adoption research. In *Sustainability, growth and poverty alleviation: a policy and agroecological perspective*. IFPRI, Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.

Robinson, K.L. 1989. *Farm and food policies and their consequences*. Englewood Cliffs, Prentice Hall.

Roseland, M. 1999. Natural capital and social capital. In Pierce, J. y Dale, A., eds. *Communities, development, and sustainability across Canada*. Vancouver, Canadá, UBC Press.

Ryan, B. y Gross, N. C. 1943. The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural Sociology*, 8: 15-24.

Rydberg, T. 1992. Ploughless tillage in Sweden. Results and experiences from 15 years of field trials. *Soil and Tillage Research*, 22: 253-264.

Sain, G.E. y Barreto, H.J. 1996. The adoption of soil conservation technology in El Salvador: linking productivity and conservation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51(4): 313-321.

Saltiel, J., Bauder, J.W. y Palakovich, S. 1994. Adoption of sustainable agricultural practices: diffusion, farm structure and profitability. *Rural Sociology*, 59(2): 333-349.

Scherr, S.J. 1999. *Soil degradation: a threat to developing country food security by 2020?* Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 27. Washington, DC, IFPRI.

Shortle, J.S. y Miranowski, J.A. 1986. Effects of risk perceptions and other characteristics of farmers and farm operations on the adoption of conservation tillage practices. *Applied Agricultural Research*, 1(2): 85-90.

Sijtsma, C.H., Campbell, A.J., McLaughlin, N.B. y Carter, M.R. 1998. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. *Soil and Tillage Research*, 49(3): 223-231.

Smart, B. y Bradford, J.M. 1999. Conservation tillage corn production for a semiarid, subtropical environment. *Agronomy Journal*, 91(1): 116-121.

- Smit, B. y Smithers, J.** 1992. Adoption of soil conservation practices: an empirical analysis in Ontario, Canada. *Land Degradation and Rehabilitation* 3(1), 1-14.
- Smolik, J.D., Dobbs, T.L. y Rickerl, D.H.** 1995. The relative sustainability of alternative, conventional and reduced-till farming systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 10(1): 25-35.
- Sobels, J., Curtis, A. y Lockie, S.** 2001. The role of Landcare in rural Australia: exploring the contribution of social capital. *Journal of Rural Studies*, 17: 265-276.
- Sombroek, W.** 1999. Purposes and modes of carbon sequestration. FIDA/FAO discussion on the prevention of land degradation, the enhancement of carbon sequestration and the conservation of biodiversity through land use change and sustainable land management. 15 de abril, 1999, Rome, FIDA.
- Sommer, C. y Zach, M.** 1992. Managing traffic induced soil compaction by using conservation tillage. *Soil and Tillage Research*, 24(4): 319-336.
- Sorrenson, W.J.** 1997. *Financial and economic implications of no-tillage and crop rotations compared to conventional cropping systems*. TCI Occasional Paper Series No.9, Rome, FAO.
- Sorrenson, W.J., Duarte, C. y López Portillo, J.** 1998. *Economics of no-till compared to conventional cultivation systems on small farms in Paraguay: policy and investment implications*. Soil Conservation Project MAG - GTZ.
- Srivastava, J.P., Tamboli, P.M., English, J.C., Lal, R. y Stewart, B.A.** 1993. *Conserving soil moisture and fertility in the warm, seasonable dry tropics*. World Bank Technical Paper 221, Washington, DC, Banco Mundial.
- Steiner, K.G.** 1998. *Conserving natural resources and enhancing food security by adoption no-tillage*. Tropical Ecology Support Program, Eschborn, GTZ.
- Stonehouse, D.P. y Bohl, M.J.** 1993. Selected government policies for encouraging soil conservation on Ontario cash-cropping farms. *Journal of Soil and Water Conservation*, 48(4): 343-349.
- Stonehouse, D.P.** 1995. Profitability of soil and water conservation in Canada: a review. *Journal of Soil and Water Conservation*, 50(2): 215-219.
- Stonehouse, P.** 2000. Educational experiences with environmental farm plans in a case-study setting. *Journal of Agricultural Education and Extension* 7(1):1-9.
- Stonehouse, P.D.** 1991. The economics of tillage for large-scale mechanized farms. *Soil and Tillage Research*, 20(2-4): 333-352.
- Stonehouse, P.D.** 1996. A targeted policy approach to inducing rates of conservation compliance in agriculture. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 44: 105-119.
- Stonehouse, P.D.** 1997. Socio-economics of alternative tillage systems. *Soil and Tillage Research*, 43(1-2): 109-130.

Stonehouse, P.D. 1999. Economic valuation of on-farm conservation practices in the Great Lakes region of North America. *Environmetrics*, 10: 505-520.

Surry, D.W. 1997. Diffusion theory and instructional technology. Paper presented at the Annual Conference of the Association for Educational Communications and Technology (AECT), Albuquerque, New Mexico 12 - 15 de febrero (disponible en <http://www.gsu.edu/~wwwitr/docs/diffusion/>).

Swinton, S.M. 2000. *More social capital, less erosion: evidence from Peru's Antiplano*. Department of Agricultural Economics, Michigan State University, East Lansing.

Thiele, G. y Barber, R. 1998. Linking with agricultural input suppliers for technology transfer: the adoption of vertical tillage in Bolivia. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53 (1): 51-56.

Tisdell, C. 1996. Economic indicators to assess the sustainability of conservation farming projects: an evaluation. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 57: 117-131.

Troughton, M.J. 1985. Industrialization of US and Canadian Agriculture. *Journal of Geography* 84(6): 255-263.

Tweeten, L. 1995. The structure of agriculture: implications for soil and water conservation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 50: 347-351.

Unger, P.W. 1984. *Tillage systems for soil and water conservation*. Boletín de suelos 54 de FAO. Roma FAO.

Uri, N.D. 1997. Conservation Tillage and Input Use. *Environmental Geology* 29(3/4): 188-201.

Uri, N.D. 1998a. Impacts of price and energy on the use of conservation tillage in agriculture in the US. *Applied Energy*, 60: 225-240.

Uri, N.D. 1998b. The role of public policy in the use of conservation tillage in the USA. *Science of the Total Environment*, 216: 89-102.

Uri, N.D. 1999a. *Conservation tillage in US agriculture: environmental, economic and policy issues*. New York, Haworth Press.

Uri, N.D. 1999b. Factors affecting the use of conservation tillage in the United States. *Water, Air and Soil Pollution*, 116 (3/4): 621-638.

Uri, N.D. 2000a. An evaluation of the economic benefits and costs of conservation tillage. *Environmental Geology*, 39(3/4): 238-248.

Uri, N.D. 2000b. Perceptions of the use of no-till farming in production agriculture in the US: an analysis of survey results. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77:263-266.

Uri, N.D., Atwood, J.D. y Sanabria, J. 1999. The environmental benefits and costs of conservation tillage. *Environmental Geology*, 38(2): 111-125.

- Van Es, J.** 1983. The adoption/diffusion tradition applied to resource conservation: inappropriate use of existing knowledge. *The Rural Sociologist*, 3(2): 76-87.
- Van Huylenbroeck, G. y Whitby, M.** 1999. *Countrywide Stewardship*.
- Van Kooten, G. C., Ward, P.W. y Chinthammit, D.** 1990. Valuing trade-offs between net returns and stewardship practices: the case of soil conservation in Saskatchewan. *American Journal of Agricultural Economics*. 72: 104-113.
- Verinumbe, I.** 1981. *Economic evaluation of some zero tillage systems of land management for small scale farmers in south western Nigeria*. Faculty of Agriculture and Forestry, University of Ibadan, Ibadan.
- Wandel, J. y Smithers, J.** 2000. Factors affecting the adoption of conservation tillage on clay soils in southwestern Ontario, Canada. *American Journal of Alternative Agriculture*, 15(4).
- Warren.** 1983. Technology transfer in no-tillage crop production in the third world agriculture. In: *No-tillage crop production in the tropics*. Proc. Symp., Monrovia, Liberia Published by Int. Plant. Prot. Center, Oregon State Univ., Corvallis, OR, 25-31, USA.
- Warriner, G.K. y Moul, T.M.** 1992. Kinship and personal communication network influences on the adoption of agriculture conservation technology. *Journal of Rural Studies*, 8(3): 279-291.
- Westra, J. y Olson, K.** 1997. Farmers' decision processes and adoption of conservation tillage. Staff Paper P97-9, Department of Applied Economics, University of Minnesota.
- Wilson, G.** 2000. Financial imperative or conservation concern? EU farmers' motivations for participation in voluntary agri-environmental schemes. *Environment and Planning A* 32(12): 2161-2185.
- Winter, M.** 2000. Strong policy or weak policy? The environmental impact of the 1992 reforms to the CAP arable regime in Great Britain. *Journal of Rural Studies*. (16): 47-59.
- Wood, S., Sebastian, K. y Scherr, S.J.** 2000. *Pilot analysis of global ecosystems*. Washington D.C., IFPRI/WRI.
- Wynn, G., Crabtree, B. y Potts, J.** 2001. Modelling farmer entry into the Environmentally Sensitive Area schemes in Scotland. *Journal of Agricultural Economics*, 52(1): 65-82.
- Zenter, R.P., Tessier, S., Peru, M., Dyck, F.B. y Campbell, C.A.** 1991. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. *Soil and Tillage Research*, 21(3-4): 225-242.



Apéndices

Apéndice 1: Resumen de análisis financieros de agricultura de conservación

Estudio	Lugar	Cultivos	Beneficios/Costes	Comentarios
Kelly, Lu y Teasdale (1996)	Estados Unidos de América	Maíz grano, trigo de invierno, trigo para paja, soja y heno	Margen bruto total (\$EE.UU./ha): - convencional, \$EE.UU.306 - no laboreo, \$EE.UU.331 - cultivo cubierta, \$EE.UU. 117-169 - basado en estiércol, \$EE.UU.256-305	El margen total bruto lo constituyen los ingresos totales menos los costos variables.
Uri (2000)	Estados Unidos de América	Maíz grano y soja	Gastos totales (\$EE.UU./ha): - arado de cincel-vertedera, \$EE.UU.182-227 - disco cincel/disco, \$EE.UU.137-212 - no laboreo arado de cincel, \$EE.UU.165-197 - no laboreo, \$EE.UU.142-205 - laboreo en lomos, \$EE.UU.140-227	Incluye los costos de maquinaria, mano de obra y herbicidas. Las comparaciones se realizan entre el arado de cincel-vertedera y todos los demás.
Stonehouse (1997)	Ontario, Canadá	Maíz, soja, alfalfa, trigo de invierno y avena	Cambio en beneficio total/año (C\$): - toda la superficie sin arar, C\$260 719 - no laboreo, C\$1 840 553	Los costos son del cambio de laboreo convencional a un sistema de no laboreo parcial o total. Incluye los costos de la explotación y los costos sociales asociados con la pesca, limpieza y dragado de acequias.
Govindasam <i>et al.</i> (1995)	Arkansas, Estados Unidos de América (2 zonas)	Algodón	Ingresos netos (1993 \$EE.UU./acre): - convencional, \$EE.UU.306 y (\$EE.UU.138) - no laboreo,	Los ingresos netos incluyen los costos de: semillas, mano de obra, fitosanitarios, fertilizantes, combustible,

			\$EE.UU.261 y (\$EE.UU.161) - laboreo en lomos, \$EE.UU.305 y (\$EE.UU.182)	reparaciones y mantenimiento, intereses, maquinaria y gastos fijos.
Sijtsma <i>et al.</i> (1998)	Prince Edward Island, Canadá	Patata- cebada- forraje, cebada-soja	Ahorro en el costo de laboreo (C\$): - arado de cincel, C\$5 890-7 860 - grada de discos, C\$7 779-11 007 - grada vibrante, C\$2 736 - arado rotativo, C\$2 458 - cultivador-semilla, C\$11 012	Comparación con los costos de vertedera. Los costos de laboreo incluyen los costos de reposición de maquinaria y mantenimiento a lo largo de su vida útil.
Hernanz <i>et al.</i> (1995)	España	Trigo de invierno, cebada de invierno, cebada de primavera y arveja	Beneficios netos incrementales (1993 \$EE.UU./ha): - laboreo mínimo, \$EE.UU.80-114 - no laboreo, \$EE.UU.46-154	Comparación del laboreo mínimo y no laboreo con el laboreo convencional. Los ingresos netos igual al margen bruto menos los costos de producción.
Zentner <i>et al.</i> (1991)	Saskatchewan, Canadá	Trigo de primavera con rotaciones de barbecho	Beneficios netos (1989/90 C\$/ha): - convencional, marga-aluvial (C\$84)- C\$40 - mínimo, (C\$21)- C\$24 - no laboreo, (C\$108)- C\$5	Los beneficios netos son los ingresos menos los costos de caja, mano de obra y costos de maquinaria (intereses y depreciación incluida). No existen bonificaciones para inversión en tierra.
Mueller <i>et al.</i> (1985)	Wisconsin, Estados Unidos de América	Maíz grano	Costos totales (\$EE.UU./acre): - convencional, \$EE.UU.295 (con y sin costos fijos) - arado de cincel, \$EE.UU.301 (sin costos fijos), \$EE.UU.297 - till-plant, \$EE.UU.314 (sin costos fijos), \$EE.UU.287 - no laboreo, \$EE.UU.320 (sin costos fijos),	Los costos totales incluyen: costos variables calculados a corto plazo más costos fijos(incluyendo la tierra) en un cálculo a largo plazo.

			\$EE.UU.292	
Stonehouse (1991)	Canadá	Maíz grano	Beneficio esperado del manejo (C\$/ha): - convencional, C\$416 - convencional reducido, C\$405 - toda la superficie sin labrar, C\$411 - no laboreo, C\$340	Los beneficios esperados son los ingresos brutos menos los costos totales de producción, definidos como: combustible, agro-químicos semillas, reparaciones y mantenimiento de la maquinaria, costos de capital, mano de obra, renta de la tierra, seguros y otros.
Ehui <i>et al.</i> (1991)	Suroeste de Nigeria	Maíz y mandioca	A completar	PVINR (Naira/ha).
Kirby <i>et al.</i> (1996)	Norte de Australia	Sorgo	Margen bruto (1996 \$EE.UU./ha): - laboreo convencional, \$EE.UU.190 - no laboreo, \$EE.UU.271	Margen bruto. No se han definido los costos variables y los beneficios derivados del grano.
Sorrenson (1997)	San Pedro e Itapua, Paraguay	Avena, soja, girasol, maíz, trigo, avena, rábano oleaginoso, avena, crotalaria y veza	Ingreso neto en la explotación (1995/6 \$EE.UU.): - laboreo convencional, (\$EE.UU.3 013) y \$EE.UU. 1 095 - no laboreo, \$EE.UU.31 142 y \$EE.UU.33 703 Tasa financiera de retorno sobre la inversión marginal: explotación media 39 a 49 por ciento, explotación grande 100 a 151 por ciento	Ingreso neto de la explotación es el ingreso total de la explotación menos los costos variables y fijos durante diez años.
Sorrenson (1998)	Edilera y San Pedro, Paraguay	Varios	Ingreso neto en la explotación (1998/9 \$EE.UU.): - convencional \$EE.UU.567 y \$EE.UU.1 400 - no laboreo \$EE.UU.1 000-2 900	Ingreso neto de la explotación es el ingreso total de la explotación menos los costos variables y fijos.

			y \$EE.UU.1 090-1 350 Incremento en el ingreso neto de la explotación en el cambio de convencional a no laboreo 35 a236 por ciento	
--	--	--	--	--

Notas: los valores negativos aparecen entre paréntesis.

Apéndice 2: Revisión de estudios empíricos sobre la adopción de la conservación de suelos y la agricultura de conservación

Estudio/País	Práctica de manejo de cultivos o suelos adoptada	VARIABLES con una influencia positiva significativa en la adopción	VARIABLES con una influencia negativa significativa	VARIABLES poco significativas
Tanzania (Nkonya <i>et al.</i> , 1997)	Fertilizante nitrogenado	Superficie sembrada con semilla de maíz mejorada	Tamaño de la explotación	Formación, edad, mano de obra familiar, visitas de extensión, cabezas de ganado, actividades de fuera de la explotación
Nigeria (Okoye, 1998)	Prácticas de control de la erosión tradicionales (troncos de árbol, cultivos cubiertos, acolchados, terraplenes y alomado)	Precios de los insumos, tasa de interés, edad	Empleo fuera de la explotación, índice de innovación, ingreso, formación	Tamaño de la explotación, precios de salida, actitud frente a la conservación, índice relacionado con el riesgo
	Prácticas de control de la erosión recomendadas (laboreo cero y mínimo, cultivo en fajas, sin quema de rastrojos y plantación de árboles)	Precios de insumos, edad, ingresos	Empleo fuera de la explotación, precios de salida, índice de innovación, formación	Precios de los insumos, tasa de interés, tamaño de la explotación, actitud frente a la conservación, actitud relacionada con el riesgo
Ruanda	Inversiones en	Inversiones sectoriales en	Localización	Índice de

(Clay <i>et al.</i> , 1998)	conservación (fajas de pradera, zanjas, setos, terrazas)	conservación	en la parte baja de la ladera, tamaño de la parcela, distancia al lugar de residencia, tierra arrendada, tierra en propiedad	rentabilidad agrícola, ingresos no agrícolas, precios de salida, distancia al mercado/carretera, parcelas bajo barbecho/uso maderero/pastos, pendiente, fragmentación de las parcelas, años cultivando, precipitación, variación de los precios, ingresos y variables monetarias, variables demográficas y socio-económicas, otras variables sectoriales
	Insumos (compostaje, estiércol, abono verde, acolchado)	Tamaño de la parcela, años cultivando, valor del ganado, conocimiento de las técnicas de conservación/producción, utilización de insumos orgánicos en el sector	Réditos no agrícolas, precio del plátano, distancia a una carretera pavimentada, el compartir parcelas bajo barbecho y pastos, pendiente, localización en la parte baja de la ladera, distancia al lugar de residencia, tierra arrendada, variación de precio, tierra en propiedad, edad del cabeza de	Índice de rentabilidad agrícola, otros precios de salida, distancia al mercado, parcelas madereras, pendiente, fragmentación de las parcelas, precipitación, otros ingresos y variables monetarias, otras variables demográficas y socio-económicas, otras variables sectoriales

			familia	
	Fertilizantes, fitosanitarios, cal	Compartir parcelas de uso maderero, tamaño de la parcela, distancia desde la localidad de residencia, utilización sectorial de fitosanitarios y fertilizantes	Compartir parcelas bajo pastos, pendiente, localización en la parte baja de la ladera, años cultivando, tierra arrendada	Índice de rentabilidad agrícola, ingresos de fuera de la explotación, precios de salida, distancia al mercado/carretera, compartir parcelas en barbecho, precipitación, variación en los precios, fragmentación de las parcelas, ingresos y variables monetarias, variables demográficas y socio-económicas, otras variables sectoriales
	Erosividad del uso de la tierra (erosividad de un conjunto de cultivos de alto valor, más erosiva)	El compartir parcelas en barbecho/uso maderero/pastos, fragmentación de la tierra, tamaño de la parcela, ingreso de cultivos comerciales	Localización en la parte baja de la ladera, distancia del lugar de residencia, precipitación, tierra en propiedad, patrones sectoriales en el uso de la tierra, fitosanitarios y fertilizantes	Índice de rentabilidad agrícola, ingresos de fuera de la explotación, precios de salida, distancia al mercado/carretera, pendiente, años cultivando, variación en los precios, otros ingresos y variables monetarias, variables demográficas y socio-económicas, otras variables sectoriales
Etiopía (Shiferaw y Holden, 1998)	Prácticas de conservación (diques nivelados de retención y diques graduados fanya juu)	Percepción del problema, adopción de una actitud positiva, conocimiento de la tecnología, relación tierra/persona, pendiente,	Edad, tamaño de la familia, altitud de la parcela	Formación, tasa familiar consumidor-trabajador, localización de la

		tamaño de la parcela, productividad de la tecnología percibida		finca dentro de la superficie del grupo, seguridad de la tierra, tamaño de la explotación, explotaciones ganaderas, tipo de casa, otras características tecnológicas, ingreso de fuera de la explotación, uso de la tierra
Senegal (Caveness y Kurtz, 1993)	Agroforestal (setos vivos, cortavientos y huertos familiares)	Número de parcelas en propiedad, población masculina adulta, población de niños, rendimiento cacahuetes	Número de caballos, población de niñas	
Minnesota (Westra y Olson, 1997)	Laboreo de conservación	Tamaño de la explotación, preocupación por la erosión, inversiones de importancia recientes en la explotación, utilización de otros agricultores como fuente de información principal, capacidad de manejo, encajar con los objetivos productivos y las características físicas de la explotación	Facilidad para encontrar información, grado de control en la toma de decisiones	Viabilidad de la explotación a largo plazo, edad, experiencia, nivel de deuda, disponibilidad y facilidad para obtener la información, disponibilidad de apoyo
Iowa, Estados Unidos de América (Rahm y Huffman, 1984)	Laboreo de conservación	Superficie de maíz grano sembrada, relación de superficie soja/maíz, características de los suelos(ondulado, de textura menos pesada y mejor drenados), experiencia, formación básica, asistencia a cursos, conferencias y reuniones en el estado de Iowa, utilización de recursos multimedia para la obtención de información	Salud	Precipitación, longitud del periodo de cultivo, tenencia, formación vocacional, finalización de la escuela agraria, asistencia a demostraciones del servicio de extensión
Iowa,	Laboreo de	Contacto con el USDA y	Intensidad de	Número de días

Estados Unidos de América (Nowak, 1987)	conservación(factores ecológicos forzados)	el servicio de extensión	cultivo, tasa de erosión, tasa de adecuación del maíz	de campo, demostraciones de campo y ensayos en fincas anuales, ingreso bruto de la explotación, ingresos de fuera de la explotación, tamaño de la explotación, acceso al crédito, tenencia, uso de la mano de obra externa
Nigeria (Agbamu, 1995)	Once prácticas de manejo de suelos, incluyendo el laboreo mínimo y laboreo cero	Conocimiento de prácticas innovativas	Contacto con el servicio de extensión	Tamaño de la explotación, nivel de formación, estatus de liderazgo
Iowa, Estados Unidos de América (Shortle y Miranowski, 1986)	Laboreo de conservación	Formación, tipo de campo (montañoso)	Tamaño de la explotación	Experiencia, tenencia, rotación de cultivos, riesgo incremental percibido, rendimiento incremental esperado
Wisconsin, Estados Unidos de América (Gould <i>et al.</i> , 1989)	Percepción de la erosión	Pendiente de la tierra, formación, experiencia, contacto con el servicio de extensión	Superficie sembrada	Formación relacionada con la explotación, operador a tiempo parcial/total
	Laboreo de conservación	Superficie sembrada, proporción de la superficie total dedicada a cultivos en líneas, precipitación y temperatura, ingresos familiares, edad, trabajo ajeno a la explotación, si la explotación será transferida a un miembro de la familia, percepción de la erosión	Explotación lechera y de grano, pendiente de la tierra, tasa de deuda, formación, edad, trabajo fuera de la explotación	Proporción de la superficie total de cultivo dedicada a pequeños granos/heno
Maine, Estados Unidos de América	Laboreo de conservación/prácticas de conservación de suelos	Formación, experiencia		Tamaño de la explotación, erosionabilidad, contacto con el

(Marra y Ssali, 1990)				servicio de extensión, edad, salud
Tanzania (Isham 2000)	Fertilizante			
Ontario, Canadá (Warriner y Moul, 1992)	Laboreo de conservación	Formación, edad, familiares, conexión, convencimiento de la efectividad del laboreo de conservación	Integración	Tamaño de la explotación, ingreso neto, fuentes de información externas, diversidad
Azüero, Panamá (de Herrera y Sain, 1999)	Laboreo convencional, laboreo mínimo y laboreo cero (grandes explotaciones)	Tamaño de la parcela, importancia del ganado, disponibilidad de maquinaria	Pendiente, propiedad de la maquinaria de laboreo convencional	Tenencia, disponibilidad de información
	Laboreo convencional, laboreo mínimo y laboreo cero (explotaciones pequeñas)	Disponibilidad de información	Tamaño de la finca, importancia del ganado	Tenencia, disponibilidad de maquinaria, propiedad de maquinaria de laboreo convencional, pendiente
Estados Unidos de América (Uri, 1997)	No laboreo	Tipo de explotación, baja productividad del suelo, pendiente, precipitación, gasto en fertilizantes y pesticidas	Alta productividad del suelo, gastos en combustible, gasto en el fertilizante habitual	Tenencia, temperatura, edad, formación, textura del suelo, tamaño de la explotación, superficie en el programa de abandono de tierras, proporción de superficie sin pesticidas, mano de obra externa, operador a tiempo parcial/total, proporción de superficie bajo riego, agua aplicada, tasa de siembra, rendimiento por hectárea
	Laboreo con	Tipo de explotación, baja	Alta	Tenencia,

	acolchado	productividad del suelo, pendiente, precipitación, gasto en pesticidas	productividad del suelo, gastos en combustible, gasto en el fertilizante habitual	temperatura, gasto en fertilizantes, edad, formación, textura del suelo, tamaño de la explotación, superficie en el programa de abandono de tierras, proporción de superficie sin pesticidas, mano de obra externa, operador a tiempo parcial/total, proporción de superficie bajo riego, agua aplicada, tasa de siembra, rendimiento por hectárea
--	-----------	--	---	--

Notas: la significación se mide por encima del 5 por ciento (éste incluido), excepto Caveness y Kurtz, donde está por encima del 15 por ciento (éste incluido) y Westra y Olson, Shortle y Miranowski y Gould *et al.*, donde está por encima del 10 por ciento (éste incluido); Rahm y Huffman no detallan en qué nivel miden la significación; Nowak 1987 no es claro en el nivel de significación; de Herrera y Sain, lo cifran en un 10 por ciento.