

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO.

“Subsidiar el crecimiento insustentable es una manera de degradar y agotar los recursos naturales con fondos públicos.” Américo Saldívar

3.1. Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales

Toda actividad económica tiene algún efecto en el medio ambiente y todo cambio ambiental puede tener un impacto en la economía. Es por eso que la agricultura como cualquier otra actividad económica, no es la excepción. Sin embargo la razón fundamental del por qué la agricultura genera externalidades ambientales es por las fallas de mercado.

El mercado es una institución de intercambio que sirve a la sociedad para organizar las actividades económicas, y utilizan los precios para comunicar las necesidades y escasez de recursos de una sociedad tan diversa y extensa para traer coordinación de las decisiones económicas de la forma más eficiente (Hanley y Shogren, 1997). Pero para los bienes ambientales, no existe un mercado donde se puedan intercambiar, ni tampoco un precio que indique su valor. El sistema de mercado no proporciona ninguna indicación con respecto al valor de dichos bienes, lo que lleva a que sean considerados como gratuitos o que su uso o consumo no tenga ningún costo, lo que produce la sobreexplotación correspondiente (Azqueta, 1994). Una falla de mercado ocurre cuando las decisiones privadas están basadas en esos precios, o en la escasez de ellos, y esto genera una asignación ineficiente de los recursos (Hanley y Shogren, 1997).

Supongamos el caso de un agricultor, donde gráficamente en el eje de las abscisas se mide la producción en toneladas de maíz y en el eje de las ordenadas se miden pesos. Esto se puede ver reflejado en la figura 3.1. La curva $Bmgl$ indica el beneficio marginal del agricultor para cada nivel de producto; se asume que decrece cuando la producción crece, por el supuesto de la utilidad marginal decreciente del producto. Al igual para cada nivel de producto, es decir de toneladas de maíz, existe un costo marginal privado $CmglP$. El costo marginal privado refleja el pago del agricultor por los insumos productivos como: tierra, fertilizantes, pesticidas, agua, etc, los cuales se asumen son crecientes con las toneladas de maíz producidas. Sin embargo existe un daño marginal, $Dmgl$, a la sociedad por cada tonelada de producto. Es decir, a mayores toneladas de maíz producidas, implica un mayor uso de insumos que por un lado degradan el medio ambiente en el caso de fertilizantes y pesticidas, y por el otro, hacen una sobreexplotación (devastación) de los recursos naturales como el agua y los bosques¹. Por esta razón la pendiente de la curva del daño marginal $Dmgl$ es positiva para cada nivel de producto.

Si el agricultor busca maximizar beneficios, producirá donde el beneficio marginal sea igual al costo marginal privado de producción, por lo que producirá hasta Q_1 . Sin embargo desde el punto de vista para la sociedad la producción debería de ocurrir donde el beneficio marginal de la sociedad sea igual el costo marginal *para la sociedad*, $CmglS$. El costo marginal de la sociedad o costo marginal social $CmglS$ tiene dos componentes: Primero, el costo de los insumos para el agricultor, que su valor se ve reflejado en el $CmglP$. Segundo, es el daño marginal, $Dmgl$, hecho a la sociedad por el agricultor. De aquí que el costo

¹ La sobreexplotación de los bosques se presenta cuando la extensión de la agricultura repercute en la deforestación de los bosques, ver: Mayrand, Karel y Stéphanie Dionne. The Economics and Environmental Impacts of Agricultural Subsidies: An Assessment of the 2002 US Farm Bill & Doha Round. 2003

marginal social es $CmglP$ más $Dmgl$. Gráficamente, podemos observar que el costo marginal social, $CmglS$, es la suma del costo marginal privado, $CmglP$, y el daño marginal para cada nivel de producto.

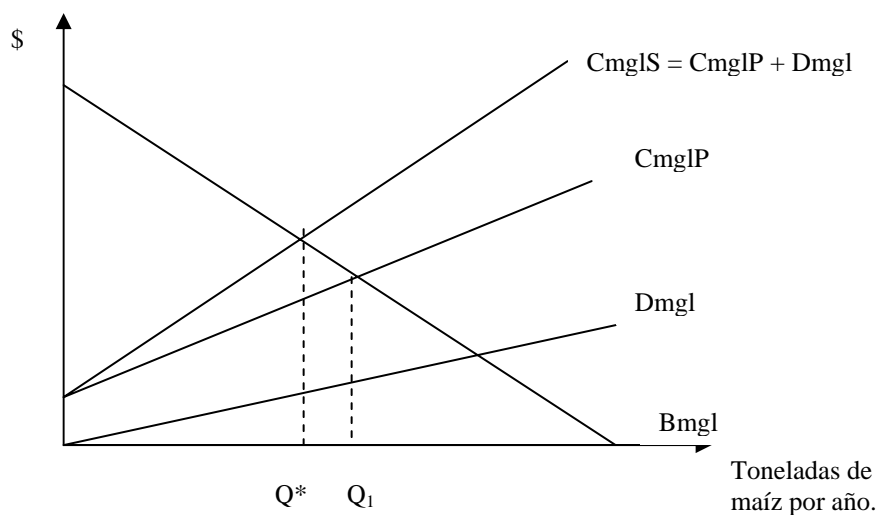


Figura 3.1. Producción óptima desde el punto de vista privado y social

La eficiencia desde el punto de vista social, requiere que la producción sea donde el beneficio marginal, $Bmgl$, sea igual al costo marginal social Q^* (Rosen, 2002)². Sin embargo el costo marginal social en Q_1 es mayor que el beneficio marginal social en el daño marginal social asociado a la producción de Q_1 . Esto significa que el costo ambiental de la producción agrícola no está reflejado en el precio de mercado, lo que implica que los agricultores no enfrentan el costo total de la producción. Esto nos lleva a una producción de bienes agrícolas económicamente subóptima, debido a que el precio no refleja el costo social de la devastación de los recursos naturales, ni la degradación del medio ambiente. Por ejemplo, el agua de riego es usada en grandes cantidades que no son óptimas para la sociedad en general, porque su precio o la falta de éste, no refleja el costo social de usarlo.

², A pesar de que el beneficio marginal privado en competencia perfecta es igual al precio, se asume que el beneficio marginal privado es igual al beneficio marginal social pendiente negativa.

Algunos de los motivos citados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por lo cual los agricultores no toman en cuenta el total de los costos y beneficios ambientales cuando toman sus decisiones de producción son los siguientes: la ausencia de un marco regulatorio apropiado, información inadecuada a los agricultores, o por la falta de recursos financieros.

De acuerdo con la OCDE, los precios distorsionados se pueden explicar por diversos factores:

- 1) Distorsión de precios provocada por la acción de los poderes públicos
- 2) Sobrestimación de los recursos
- 3) No contabilización de las externalidades en el valor de mercado

La primera distorsión se refiere a que las políticas agropecuarias y de comercialización cambian las señales del mercado que perciben los agricultores. La segunda implica que el gobierno genera la idea de abundancia de ciertos recursos, abaratando el costo de oportunidad. Por último, la no contabilización de las externalidades genera distorsiones al valor del producto agrícola, por lo tanto, el valor de los productos agrícolas no incluye la cuantificación monetaria del impacto causado sobre los recursos en ningún sentido, ni a nivel del productor individual ni en términos sociales.

En este marco podemos ver la importancia del gobierno para que los precios de los recursos naturales en el sector agropecuario que son administrados por él, reflejen tanto el costo de obtenerlos, como el costo social de proveerlos y de esta forma buscar el uso eficiente de los

recursos naturales y del medio ambiente. Ya que una política subsidiaria de los insumos a la producción agrícola nos lleva de alguna forma a un mal manejo de los recursos naturales.

3.2. Los Subsidios

De acuerdo a Portugal citado en Mayrand y Dionne (2003) el subsidio se define como el beneficio provisto para los individuos o negocios como un resultado de una política de gobierno para incrementar sus ingresos o reducir sus costos, y afecta a la producción, consumo, comercio, ingreso y el medio ambiente. Los subsidios agrícolas pueden ser al precio del producto final, a los precios de los insumos, en forma de una devolución de impuestos, reducción en la tasa de interés o una transferencia fiscal directa. A continuación se mencionará algunos de los problemas con los subsidios dados al sector agropecuario y en particular sobre el subsidio de la energía eléctrica.

1. *El principal problema de un subsidio es que los precios fallan como indicadores de la escasez relativa y esto tiene como resultado la distorsión en los patrones de consumo y producción.*

Lo que quiere decir que el subsidio disminuye los incentivos de ahorro de luz aumentando el consumo y distorsionando los patrones de inversión, lo cual puede provocar un rezago tecnológico. En la India se ha mostrado que la tarifa eléctrica subsidiada en el pasado motivó a invertir en bombas con altos H.P., y conforme ha incrementado la tarifa ha resultado en la disminución de H.P., por bomba (Monari, 2001).

Este también es el caso del subsidio al agua en el sector agropecuario o también llamado subsidio a la irrigación, el cual el nulo precio al agua ha provocado una obstrucción en la adopción de tecnología, que no permite un ahorro en su uso. Por ejemplo en Estados Unidos se gasta \$2-2.5 billones de dólares al año en subsidiar la irrigación y se ha observado que el bajo precio del agua tiende a ser altamente ineficiente y promueve la sobreexplotación de los recursos acuíferos (Mayrand y Dionne, 2003).

2. *El subsidio además de distorsionar los patrones de consumo de los agricultores, también distorsiona los patrones de producción, ya que al recibir un subsidio sobre los insumos se produce más allá del óptimo privado y del óptimo social.*

Cuando se otorga un subsidio, el productor enfrenta un nivel menor de costos y esto provoca que incremente la cantidad producida para todos los productores³, lo cual tiene como consecuencia que los precios internacionales se depriman y haya distorsiones en los mercados internacionales. El aumento de la producción tendrá como resultado una intensificación en los insumos y por ende en el uso de agua (Mayrand y Dionne, 2003). En México, a pesar de la caída de los precios internacionales de los cereales y la apreciación del tipo de cambio, el cultivo de maíz (y en menor medida el del trigo y sorgo) abarca la mayor parte de la superficie sembrada y cosechada dados por los bajos costos de los insumos (Vélez, 2003).

3. *El subsidio es políticamente sensible a la carga fiscal, por lo que cada vez más es necesario incrementar la inversión pública requerida para sostener el crecimiento*

³ La oferta se desplaza hacia la derecha, teniendo como resultado un incremento en la cantidad producida.

agrícola (Monari, 2001).

En el caso del subsidio de la energía eléctrica, es porque los subsidios dan lugar a tasas elevadas de crecimiento de la demanda de electricidad, lo que implica mayor inversión para atender el crecimiento de la demanda y por otra parte va reduciendo los ingresos propios para inversión en CFE, por lo que a su vez esto se tiene que ver compensado con mayores recursos fiscales. (Secretaría de Energía, 2001)

4. Los subsidios son generalizados, lo que quiere decir que no se focalizan los recursos a quien más lo necesite, por lo que en muchas ocasiones se pueden considerar regresivos.

Dada la dualidad en México del sector agropecuario descrito por Vélez (2003) en cuanto a tamaño de la tierra, disponibilidad de agua, régimen de propiedad, orientación de la producción, acceso a insumos productivos, etnicidad, regionalismo, e ingreso, gran parte de los beneficiarios del subsidio eléctrico para el sector agropecuario son los productores de mayores ingresos, ya que aproximadamente cuatro de cada cinco hectáreas son de temporal, lo que implica que una gran proporción de campesinos con baja productividad y por ende bajos ingresos, no tienen acceso a este subsidio. En la India, Monari (2001), comprobó que gran proporción de los beneficiarios de ese subsidio son aquellos que tienen mayores extensiones de tierra, y la posesión de tierra esta directamente correlacionada con el ingreso y la riqueza. Además, el porcentaje de los costos de energía eléctrica para los pequeños agricultores es mayor que para los grandes agricultores.

5. *El subsidio eléctrico en el sector agropecuario disminuye el costo de acceso a agua, lo que motiva a los agricultores a extraerla en lugar de conservarla. Esto puede incentivar el riego en lugares donde escasea el agua (Monari, 2001).*

Por ejemplo, la distribución y el uso del agua en el país presenta fuertes contrastes. En el sureste, que abarca cerca del 15% del territorio del país, se concentra el 42% de los escurrimientos pluviales; mientras que en el altiplano del centro y la parte norte del país, 77% del territorio se localizan la mayor parte de la explotación y el 92% del riego agrícola, y tan solo cuenta con el 4% de los escurrimientos y 28% de las precipitaciones pluviales (CNA, 2000). Como resultado la recarga en estas áreas es pobre y el balance hidráulico negativo. Un ejemplo claro de las decisiones de localización del riego es Chihuahua, el cual es de los estados más áridos del país y es el segundo lugar en bombeo agrícola después de la provincia de Guanajuato con 10,870 pozos (Shah, 2003). Aunque parte de la localización del riego en el país también se explica por las condiciones de relieve y tipo de tierra.

Como conclusión, un subsidio al riego tanto en el precio del agua como el de la energía eléctrica en el sector agropecuario, tienen distorsiones por el lado de la eficiencia, distribución del ingreso y medio ambiente.

3.3. Factores que Influyen en la Adopción de Tecnología

Existe una diferencia entre adopción y difusión de tecnología. Los estudios sobre adopción consisten en analizar los factores que afectan el comportamiento del individuo para empezar a usar una innovación técnica. Es decir la medición de la adopción puede indicar

tanto el análisis del momento, como los alcances de la utilización de nuevas técnicas por los individuos (Sunding y Zilberman, 2000).

La difusión representa el estudio de una innovación que penetra y que está potencialmente por salir al mercado. La difusión puede ser medida por el porcentaje de la población agrícola que adopta nuevas innovaciones. Y será utilizada en casos cuando la tecnología es divisible. Es decir, la adopción toma al agente como protagonista para explicar su proceso de decisión, mientras que la difusión toma la tecnología como protagonista, para explicar su proceso difusivo entre los agentes (Lissoni y Metcalfe, 1994).

Entre las teorías más conocidas para explicar la difusión de tecnología se encuentra el modelo del umbral introducido por Paul Davies (1969) para explicar la adopción de una segadora mecánica en los Estados Unidos en el siglo diecinueve. Explica que la causa primordial de heterogeneidad entre los agricultores era el tamaño de la granja, por lo que él derivó un mínimo de tamaño de granja que se requería para adoptar varias piezas del equipo. A este mínimo de tamaño de granja se le llamó umbral crítico de la adopción. Sin embargo Olmstead y Rhode citado en Sunding y Zilberman (2000) revisaron documentos históricos que muestran, en muchos casos, que muchos de los pequeños agricultores adoptaron algunas máquinas nuevas porque los agricultores cooperaron entre ellos para comprar el equipo para segar. Este ejemplo muestra alguna de las limitaciones de dicho modelo, especialmente cuando la heterogeneidad esta basada principalmente en diferencias de tamaños.

El modelo del umbral también aplica en otros casos donde la heterogeneidad resulta de diferencias de calidad de tierra o capital humano. Por ejemplo Caswell y Zilberman (1986) argumentan que las tecnologías modernas de irrigación aumentan la calidad de tierra, y predicen que el riego por aspersión y goteo serán adoptadas en tierras donde la capacidad de retener agua están por debajo del umbral. Ellos también muestran que la adopción de estas tecnologías por los agricultores que cuentan con agua subterránea dependerá de la profundidad de su pozo.

Este modelo cambió su énfasis empírico de estudios de difusión a estudios de la adopción de los agricultores buscando principalmente las causas de heterogeneidad a nivel granja (Sunding y Zilberman, 2000). En la mayoría de los casos, la variable dependiente denota si cierta tecnología es o no es adoptada por una granja productiva o unitaria en cierto periodo, y las técnicas econométricas como logit y probit son usadas para explicar las opciones discretas de tecnología.

Cuando se empieza la adopción de una nueva tecnología, Cochrane (1979) dividió la población agrícola en tres subgrupos: adoptadores tempranos, seguidores, y rezagados. Los adoptadores tempranos pueden ser una fracción pequeña de la población, y el impacto de su decisión en la oferta agregada y precios es relativamente pequeño. Por lo tanto, estos individuos obtienen ganancias de la innovación. Los seguidores son una larga proporción del sector agrícola que tiende a adoptar durante la etapa de despegue de la innovación. Finalmente los rezagados (el tercer grupo) son los agricultores que adoptan en la última etapa del proceso de adopción o no adoptan del todo. Estos individuos pueden perder con el cambio tecnológico. Si ellos no adoptan, producen la misma cantidad de antes, a precios

más bajos; y si adoptan, el efecto significativo en el precio puede desaparecer con las ganancias asociadas con el aumento de la productividad. Así que, Cochrane (1979) argumenta que no todos los agricultores ganarán con la introducción de la innovación agrícola, excepto un grupo pequeño de los adoptadores tempranos. La introducción de nueva tecnología puede causar un cambio estructural y empeorar el resto de los pequeños agricultores. Los realmente beneficiados del cambio tecnológico e innovación agrícola son probablemente los consumidores que pagan menos por sus alimentos.

Existen distintas consideraciones por las cuales un individuo puede verse o no incentivado en la adopción de tecnología, entre ellas están las consideraciones económicas, geográficas, idiosincrásicas e institucionales. A continuación se explicarán más ampliamente cada una de las consideraciones que algunos autores consideran importantes en el cambio técnico en el sector agropecuario.

3.3.1. Consideraciones Económicas.

De acuerdo a Hayami y Ruttan (1985) las nuevas innovaciones dependen en gran manera de las condiciones económicas, es decir, son más probables de surgir en tiempo de escasez y oportunidad económica. Por ejemplo, en escasez de trabajadores inducirá tecnologías ahorradoras de trabajo. Técnicas amigables con el medio ambiente surgirán por la imposición de regulaciones ambientales muy estrictas. El sistema de riego por goteo y otras tecnologías ahorradoras de agua son más comunes en lugares donde las restricciones de agua son obligatorias, tal es el caso de Israel y el desierto de California. Finalmente, la

demanda potencial y la base del conocimiento apropiado son integradoras con el marco institucional establecido, y juntos proveen el fondo de las actividades innovadoras.

También, la introducción de nuevas tecnologías puede incrementar la demanda de insumos complementarios, ya que hay innovaciones tecnológicas que no son individuales sino que vienen en paquete, por lo que los costos de adopción son más altos de lo que se suponía, de manera que los productores más grandes y prósperos tienen mayores oportunidades de adoptar con posibilidades de éxito (Carrillo, 2001). Además la adopción tecnológica también se ve restringida cuando la oferta de estos insumos es limitada (Mc Guirk y Mandlak's, 1991 citado en Sunding y Zilberman, 2001). Por ejemplo en el Punjab, en la India, la adopción de tecnologías de alta productividad en la revolución verde se vieron restringidas por la baja disponibilidad de insumos complementarios en agua y fertilizantes. Otro insumo complementario a una adopción, puede ser el conocimiento técnico y apoyo profesional, el cual puede ser provisto a través de la capacitación técnica de alguna institución o del gobierno. Además de la capacitación otro insumo importante es la infraestructura de transporte, la cual puede facilitar o dificultar que algunas adopciones técnicas se lleven a cabo.

Por último, como vimos anteriormente en el tema de los subsidios, los subsidios a los insumos son un factor importante que tienden a retardar la adopción tecnológica, por ejemplo en el caso del subsidio al precio del agua ha afectado la adopción de tecnología moderna de riego (Caswell, 1990). Los subsidios a los fertilizantes y pesticidas retardaron la adopción de insumos de alta productividad y técnicas químico-intensivas tanto en países en desarrollo como desarrollados, lo cual también ha resultado en problemas de

contaminación ambiental (Sunding y Zilberman, 2001). Como conclusión la escasez relativa de los factores, la complementariedad de los insumos y los subsidios a éstos últimos, son factores importantes que afectan la adopción de tecnología en el sector agropecuario.

3.3.2. Consideraciones Idiosincrásicas.

En la agricultura a diferencia de la actividad industrial, la oferta individual de producción no se puede controlar por el agricultor. Esto se debe porque a pesar de que se conozca perfectamente los insumos que son necesarios para la producción, el campesino se enfrenta a una situación en la que no todos los insumos necesarios son proporcionados o controlados por él⁴; y las cantidades y los tiempos en que son aplicados tampoco dependen de su decisión (Carrillo, 2001). Por esta razón la agricultura se considera una actividad riesgosa. Por ello, la toma de decisiones de los agricultores debe analizarse dentro de un esquema de riesgo e incertidumbre.

La adopción de una nueva tecnología puede expandir la cantidad de riesgo asociada con la agricultura, porque los operadores están inseguros acerca de las propiedades y comportamiento de una nueva innovación (Sunding y Zilberman, 2001). Por ello, las decisiones de una adopción tecnológica se basan en los resultados esperados de dicha innovación que necesariamente dependen de una distribución de probabilidades (Carrillo, 2001).

⁴ Por ejemplo: heladas, sequías o escasez de insumos complementarios como herbicidas y fertilizantes.

De acuerdo a la teoría de Friedman citada en Carrillo (2001) se parte de que los agricultores, como todos los individuos, buscan maximizar su utilidad, en base a los ingresos netos que obtienen de sus actividades, y que son aversos al riesgo⁵. La decisión de la adopción tecnológica se basará en si el ingreso esperado con la innovación es suficientemente más alto que el ingreso seguro que se obtienen sin la innovación, que estará sujeto a las probabilidades subjetivas dadas por el agricultor, asociadas con el éxito o el fracaso de la adopción.

Estudios empíricos establecen que la introducción de insumos mejorados en la Revolución Verde no fue completamente adoptada por los agricultores, en el sentido de que únicamente los insumos mejorados se asignaban en una parte de sus tierras y el resto se asignaba de la forma tradicional. Por esto, Roumasset (1976) citado en Sunding y Zilberman (2001) argumenta que la consideración del riesgo fue crucial para explicar estas diversificaciones, mientras los insumos mejorados tendían a incrementar el riesgo.

3.3.3. Restricciones Institucionales.

Mientras la industria agrícola tiende a ser competitiva, el modelo de competencia perfecta no necesariamente aplica en el sentido de que los agricultores observan gran número de restricciones institucionales y políticas las cuales afectan significativamente su comportamiento, por lo cual trae resultados diferentes a los predichos por el modelo de competencia perfecta. Algunos de las restricciones más importantes tienen que ver con el

⁵ Los eventos seguros les proporciona mayor utilidad que los eventos riesgosos.

crédito y la tenencia de la tierra (Sunding y Zilberman, 2001). Se describirá con mejor detalle, más adelante.

Crédito

El problema principal de las imperfecciones en el mercado de crédito en la agricultura es por la información asimétrica entre prestamistas y prestatarios, y las condiciones de incertidumbre concernientes con el proceso agrícola (Hoff, 1993 citado en Sunding y Zilberman, 2001).

Entre otros problemas viables el mercado de crédito privado da preferencia a las inversiones no agrícolas, ya sea por la insuficiencia de los recursos de las instituciones o porque prefieren financiar actividades donde el ciclo de la producción es más corto y menos riesgoso (Carrillo, 2001).

Es por eso que en muchas ocasiones los agricultores se basan en recursos propios para poder financiar la gran parte de sus inversiones, y en otras ocasiones, activos como tierra o la propia cosecha, son utilizados como colateral para obtener un nuevo financiamiento (Sunding y Zilberman, 2001). Por lo tanto, la ventaja crediticia es otra razón, por la cual agricultores con grandes extensiones de tierra son más proclives a adoptar la tecnología primero. En México, se puede comprobar que dado los cambios cualitativos de las instituciones convencionales entre 1995 y 2000, la atención de crédito se ha enfocado en los cultivos y productores más seguros y rentables, que son generalmente los más grandes, por lo que el sistema tiende a dejar grandes segmentos de productores agropecuarios fuera del financiamiento formal, por lo cual tienden a recurrir a los mecanismos informales de

crédito (Carrillo, 2001). Si las restricciones crediticias fueran removidas, los beneficiarios serían los pequeños agricultores, los cuales serían capaces de adoptar y otros de intensificar la adopción innovadora.

Tenencia de la Tierra

Gran parte de la literatura toma la tenencia de tierra como dada y valorada en el impacto en la adopción de tecnología. Sin embargo, Sunding y Zilberman (2001) dicen que este impacto depende tanto del arreglo que exista, como la naturaleza de la tecnología. Por ejemplo, si existe un acuerdo de corto plazo, donde los agricultores no están seguros de mantener la misma tierra por mucho tiempo, la probabilidad de que ellos adopten una tecnología que requiere inversión en la infraestructura física y mejoramiento de la tierra será muy baja. La condición necesaria para que adopten en este caso, es que el operador de la tierra rente una cantidad suficiente de tierra cada año, de manera que pueda recobrar lo invertido.

Es por esta razón que los objetivos principales de la Reforma a la Ley Agraria de 1992 en México perseguían cuatro objetivos principales: 1) alentar la capitalización del campo; 2) introducir relaciones de libre mercado en el agro; 3) expulsar a la burocracia de la vida ejidal; y 4) lograr mayor eficiencia en la producción. Uno de los instrumentos que se utilizaron para lograrlo fue el de reformar el artículo 27 de la Constitución para permitir la propiedad privada del ejido, para que de esta forma el agricultor tuviera libertad de negociación de su tierra según sus intereses y necesidades (Vélez, 1995).

Como se puede observar, existen barreras institucionales las cuales pueden afectar el cambio técnico en el sector agropecuario. Sin embargo, es aquí donde las políticas gubernamentales cobran gran importancia como instrumento para incentivar la tecnificación en el campo o para restringirla según sea la política empleada.

3.4. Adopción de Tecnología de Riego

De acuerdo a los estudios de Moore (1994) la demanda de agua, no depende en gran manera de su precio, sino que después de haber elegido el tipo de cultivo, la asignación de tierra y la tecnología de riego, el precio del agua no afecta el consumo de los agricultores en el corto plazo. Es por esta razón que la adopción de tecnología de riego juega un papel muy importante como política de conservación del agua y uso eficiente de la energía eléctrica.

Toda decisión de tecnología de riego estará basada en un análisis de costos y beneficios, donde el individuo buscará maximizar sus beneficios y minimizar sus costos. De acuerdo a la literatura, se han considerado tres factores que afectan la adopción de tecnología de irrigación: las variables económicas, características ambientales y variables institucionales (Green et al, 1996). Estas consideraciones son importantes a nivel micro de un individuo o una granja específica y cada factor influyen en los costos y beneficios probables asociados con la alternativa de tecnología a considerar (Cason y Uhlaner, 1991)

Algunos de los estudios es el de Cason y Uhlaner (1991), el cual determina que los costos del agricultor son más importantes que sus ingresos para inducir un cambio técnico de irrigación. Una posible explicación es que los ingresos son mucho más variables e inciertos

que los costos a la hora de plantar; los primeros pueden ser visto como fluctuaciones de corto plazo, mientras que los últimos se prevén a la hora de plantar. En cuánto a los ingresos netos de los agricultores, pueden ser medidos con distintas variables, Caswell y Zilberman (1985) utilizan la localización de las granjas como una variable que puede influir en sus costos o en sus beneficios, ya que diferentes regiones puede tener diferentes calidades de tierra, clima e ingresos. Según sea la calidad de la tierra, mejora o empeora la eficiencia de riego. Diferentes climas entre regiones pueden afectar los ingresos y costos de la tecnología moderna. Además, diferentes actividades educativas, accesos a mercados y población agrícola resulta en diferentes expectativas en ganancias y costos de las distintas tecnologías.

Otro estudio importante al respecto es el de Greene, Sunding y Zilberman (1996), los cuales buscan la influencia de las variables ambientales como pendiente, permeabilidad, tamaño y superficie. Dichos autores concluyen que, después de controlar por todas estas variables, además de tipo de cultivo y procedencia del agua, la variable precio del agua no resulta ser el factor más importante en la adopción de tecnología de riego. Esto se sustenta en que políticas que cambian el precio del agua, resultará para algunos productores en la disminución de sus ganancias, mientras que para otros, tendrá el incentivo de cambiar a una tecnología de riego más moderna.