De lo privado a lo común: Una forma distinta de analizar el cambio técnico en la agricultura de conservación.[*]

Martín Arreola Zarco[1]; Beatriz De la Tejera H[2].

RESUMEN.

El suelo, el agua, el aire y la biodiversidad son los principales factores naturales sobre los que se finca la producción de alimentos, por lo tanto deben ser considerados de utilidad pública y estratégicos para el desarrollo local , regional y nacional. Sin embargo, la tendencia de privatización y libre mercado incentiva el uso del suelo como un bien privado, donde el usufructuario está en libertad de asignarle cualquier uso, incluido el uso no apto, sin pagar los costos implicados por el deterioro y para no absorber costos privados del beneficio común que representa la conservación del suelo.

Por otra parte, el cambio hacia técnicas conservacionistas como la "no labranza" (LC) que implica un reacomodo de los factores de producción, un costo adicional y un cambio de paradigma y costos de transacción más altos, los tiene que asumir el productor con la apuesta de que en el mediano y largo plazo, la fertilidad del suelo aumenta , baja el uso de insumos , aumenta el rendimiento y es más eficiente. Por lo tanto el productor podrá ser competitivo y recuperará la inversión. Esta situación nos sitúa ante el dilema de ser competitivo en el corto plazo o invertir para conservar los recursos.

En este trabajo se aborda la actitud del productor de maíz de temporal del sur de Jalisco en esta disyuntiva, producir a bajo costo o implementar la labranza de conservación (LC). Los resultados indican que el productor difícilmente estará interesado en conservar y mejorar la fertilidad del suelo si no recibe un beneficio

---

[*] Ponencia a presentarse en la Conferencia bienal de la Asociación Internacional para Estudios de Propiedad Común 2004, Oaxaca México 9-13 de agosto del 2004 (IASCP 2004).

[1] Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias- Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. mail: jmzarco@yahoo.com

[2] Profesora-Investigadora del Centro Regional Universitario Centro Occidente. Universidad Autónoma Chapingo. Morelia, Michoacán, México. mail: btejera@taurus1.chapingo.mx

material que restituya el costo y esfuerzo del cambio. Se plantea la solución al dilema desde la óptica del bien público y la acción colectiva a través del reforzamiento de las instituciones locales para compartir los costos de una tecnología que contribuirá a convertir un bien privado en un bien público: de una producción agrícola rentable en lo inmediato con externalidades negativas ambientales a una producción agrícola conservacionista y rentable a largo plazo.

Situación del deterioro del recurso suelo en México.

De acuerdo al Inventario Forestal Nacional del 2000 (IFN 2000) cerca de la mitad de la superficie del país ha sido afectada severamente por las actividades humanas. El 29% corresponde a cobertura antrópica, es decir, a cultivos (17%), pastizales inducidos o cultivados (12%), así como asentamientos humanos (0.4%); otro 8% se refiere a vegetación secundaria. El 53% restante corresponde a matorrales (29%), bosques (17%) y selvas (17%). La misma fuente reportó que el 40% de la cubierta forestal del país esta perturbada (Semarnat, 2002).

El uso del suelo en México ha experimentado cambios sustanciales. De acuerdo a la Secretaria de Medio Ambiente, entre 1993 y 2000 la vegetación silvestre, tanto primaria como secundaria, se perdió a una tasa de más de un millón de hectáreas anuales. La situación es grave en el caso de las selvas, que aportan cerca de la mitad de la cifra, y cuya destrucción avanza a una tasa del 1.58% anual. Por el contrario, los terrenos dedicados a la ganadería (pastizales) y la agricultura se expandieron. Los pastizales promovidos por el hombre aumentan su superficie anualmente a una tasa del 4.07%, lo que representa unas 800 mil hectáreas anuales. Las tasas de cambio de uso del suelo entre 1993 y 2000 son más elevadas que las correspondientes al periodo 1976-1993, lo que significa que los procesos se están acelerando (Semarnat, 2002).

La conversión de terrenos para cultivos es otro importante factor de cambio de uso, pues cerca de 3700 km^2 de suelos sufrieron este proceso anualmente

entre 1993 y 2000. La península yucateca mostró los cambios mas profundos, junto con Veracruz, Guerrero y Nayarit. Como tendencias generales se puede señalar que los estados del sureste son los que mas rápidamente están siendo transformados por las diversas actividades productivas; en el norte y occidente del país la ganadería es un factor importante de deterioro ambiental, papel que juega la agricultura en mayor medida en el sur y sureste (Semarnat, 2002).

En México se han derivado 25 de las 28 unidades de suelo reconocidas por la FAO/UNESCO/ISRIC en 1988. Sin embargo la mayor parte del territorio nacional esta dominado por cinco unidades: leptosoles (24% del territorio), regosoles (18.5%), calcisoles (18.2%), feozems (9.7%) y vertisoles (8.3%), con los que se cubren casi las cuatro quintas partes del país (Semarnat, 2002).

La vida en tierra firme depende del suelo. Con contadas excepciones, todas las plantas requieren de este recurso para vivir. El suelo almacena el agua disponible para la vegetación y cobija a los organismos que lo habitan; su pérdida es irreversible. A pesar de estas consideraciones, se esta haciendo un uso inadecuado del suelo, y se le destruye o degrada.

La degradación de los suelos se refiere básicamente a los procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual y/ o futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y para preservar la salud humana (Semarnat, 2002).

Se estima que alrededor de 2 mil millones de hectáreas en el mundo sufren de algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. Esto equivale al 15 % de toda la tierra firme. La erosión provocada por agua es la forma más común de degradación del suelo. Cada año los ríos acarrean al océano 24 000 millones de toneladas de tierra cultivable. El arrastre de los últimos dos decenios es equivalente a la capa de suelo que recubre la totalidad de los suelos

agrícolas de Estados Unidos. Las causas más frecuentes de dicha degradación son el sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas (NUMA-Earthscan, 2002, citado por SEMARNAT, 2003).

La cifra oficial sobre la superficie de suelos degradados en el país equivale a aproximadamente el 64% del territorio nacional (Semarnat , 1999). A su vez, 70% de esta cifra es degradación de moderada a extrema, donde la fertilidad del suelo se encuentra reducida fuertemente. En general, se reconocen dos tipos de deterioro: el que implica el desplazamiento del suelo (erosión) y el que se refleja en un detrimento de la calidad de suelo. Tal como sucede en el resto del mundo, la erosión hídrica es la primera cusa de degradación en México (en el 37% del territorio nacional), seguida por la erosión eólica (14.9%), la degradación química (6.8%), la biológica (3.6%) y la degradación física (1.8%) (Semarnat, 2002)

La erosión hídrica afecta tanto a las zonas de las cuales se retira el sustrato como donde se depositan los sedimentos. Por ejemplo el caso de presas, lagos y lagunas que quedan sepultados por estos depósitos. En la mayoría de los casos el suelo se vierte al mar, por lo que las zonas afectadas por la sedimentación apenas alcanzan un 0.06% del territorio nacional. Uno de los problemas más graves de la sedimentación es el azolve de represas, que comprometen el futuro de obras millonarias para la provisión de agua y generación de electricidad modernas y reducen la capacidad de almacenamiento (Ncintire, 1995, Tiscareño, 2001; Semarnat, 2002).

La erosión hídrica toma dos formas fundamentalmente. La erosión superficial ocurre cuando el agua fluye en forma más o menos homogénea por una zona, arrastrando la capa superior del suelo. Este estrato es el que más nutrientes y materia orgánica contiene y, al eliminarse, el suelo pierde su fertilidad. En otras ocasiones el flujo de agua se concentra en un cauce donde la erosión es mas rápida, de modo que va abriendo una zanja o cárcava. En tales casos se dice que hay deformación del terreno. Cuando el viento es el agente que

provoca el deterioro se reconocen las mismas modalidades de erosión superficial más la deformación, cuando se forman dunas. La deformación por dunas, no es un problema extendido en México, mientras que la que está asociada al agua comprende mas de 22.7 millones de hectáreas (Semarnat, 2002).

La agenda 21, adoptada en la Cumbre de la Tierra de 1992, reconoce dos ecosistemas como sumamente frágiles a la erosión. Se trata de las zonas secas y las de montaña, ambos sistemas están representados ampliamente en México. Su fragilidad se expresa en el deterioro, como el social o el biológico, pero es en los suelos donde de manera particular muestra sus manifestaciones más dramáticas. De hecho cerca del 70% de la erosión hídrica que ocurre en el país se presenta en zonas de montaña. La formación de cárcavas está restringida en un 82% a los montes. En México, los zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas ocupan 99.4 millones de hectáreas, es decir mas de la mitad del país. (Semarnat, 2002).

Los estudios realizados por la Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) indican que las pérdidas medias de suelo por efecto de la erosión hídrica en México, es de 2.8 ton^1 ha^1 $año^1$ de suelo, lo que representa una pérdida total de suelo de 535 millones de toneladas por año, por este concepto (Figueroa, S. B, et al 1991). Sin embargo las pérdidas son mayores en las zonas áridas y semiáridas de México que pueden llegar hasta 170 ton^1 ha^1 $año^1$. De estas 140 ton^1 ha^1 $año^1$ corresponden a la erosión eólica y 30 ton^1 ha^1 $año^1$ a la erosión hídrica (Amante, 1989). En contraparte, se estima que, de manera natural, se requiere de cerca de mil años para formar una capa promedio de suelo de 19 cm, dicha capa puede perderse y no ser remplazada en el futuro mediato debido a la erosión (con una labranza intensiva y la fertilización, se requieren más de 40 años para formar un centímetro de suelo). Paradójicamente el suelo agrícola es considerado como un recurso no destructible (Romero C., 1994).

En general , existe una relación inversa entre la capacidad productiva de la tierra de cultivo y la erosión (Lal, 1987; Figueroa et al 1991). En México, ésta erosión ha provocado una reducción del 33% de la capacidad productiva de los suelos (Osuna, 1997). En el caso del maíz de temporal, se ha obtenido la reducción en el rendimiento de grano en alrededor de 150 a 350 kg^1 ha^1 $año^1$ por cada centímetro de suelo erosionado (Osuna, 1997).

Una de las maneras tangibles de evaluar la lenta pérdida de la fertilidad de los suelos se refleja en el aumento constante de los factores de producción, principalmente de los fertilizantes aplicados; esto a fin de mantener aceptable la productividad de los cultivos en los suelos (Tiscareño et al., 1997). En entrevistas con los productores de Jalisco se detecta que cada año aumentan entre el 5% y el 10% la cantidad de fertilizante empleado en la producción de maíz.

Del total de la superficie en México, el 59% se ha desertificado por degradación del suelo. Al igual que como sucede a nivel mundial, la erosión hídrica es el proceso de desertificación más importante (47.5% de la superficie degradada), seguida de la erosión eólica (38.9%).

La vegetación y el uso del suelo tienen una importancia capital para evitar que se generen procesos de degradación del mismo. Los pastizales naturales y los matorrales, al encontrase primordialmente en regiones áridas, son la vegetación que más sufre las consecuencias de la erosión eólica.

En los suelos con uso agropecuario es donde se observan los cambios químicos más importantes como resultado de la sobreexplotación de los mismos, de esta manera las tierras de temporal son las mas afectadas por la degradación, esto se debe al lapso en el cual el suelo permanece sin vegetación en la temporada seca. En muchos casos la agricultura de temporal se practica en sitios con fuertes pendientes, lo que no ocurre en el caso de la de riego. Las tierras de temporal más deterioradas tienden a coincidir con las sierras (Semarnat, 2002).

Las particularidades de manejo de cada región se ven reflejadas en la geografía. Así, la agricultura de riego, ha impactado de manera especial la región de la Laguna (Coahuila-Durango), donde los mantos freáticos han sido sobreexplotados y los cuerpos de agua desecados dando lugar a campos de dunas. Un patrón semejante se observa en los pastizales inducidos y cultivados que se distribuyen por el territorio, pero es en porciones tan disímiles como la Sierra de Guerrero y la Huasteca, donde se observa que han causado degradación severa (Semarnat, 2002).

Se ha visto que la labranza excesiva es la causa primaria de muchos de los problemas de erosión a nivel de parcela y que la labranza reducida en especial la labranza cero (LC) o Siembra Directa con Paja (SDP), puede reducir hasta en el 90 % los problemas de erosión (Figueroa S. B., y Morales F. F. 1992, op cit, Scopel, E. 1997)

El paradigma de la Labranza de Conservación (LC)

La agricultura "cultivable" convencional está normalmente basada en la labranza del suelo como operación principal. La herramienta más ampliamente conocida para esta acción es el arado que se ha vuelto un símbolo de agricultura. El cultivo de la tierra en el pasado, ha estado asociado a la creciente fertilidad proveniente de la mineralización de nutrientes de la tierra como consecuencia de su cultivo. Este proceso lleva a largo plazo a una reducción de la materia orgánica del suelo. La materia orgánica no sólo provee los nutrientes, sino que es un elemento crucial para la estabilización de la estructura del suelo. Por consiguiente la mayoría de las tierras se degrada bajo la acción de la agricultura cultivable intensiva a largo plazo (FAO, 2000).

La estructura del suelo esta dada por la forma en que se arreglan sus fases componentes: sólido, liquida y gaseosa. En condiciones naturales las plantas

pueden sobrevivir en sistemas ecológicos balanceados sin interferencia humana. Lo anterior muestra que los objetivos de la labranza son “autoinducidos” ya que el exceso de laboreo deteriora la estructura del suelo, debido a que acelera la oxidación de la materia orgánica y produce daños mecánicos a los agregados, incluyendo la compactación y el rompimiento de los mismos. Como consecuencia a estos daños se interfiere en el movimiento del aire y del agua, y se expone además a la superficie del suelo, a la erosión hídrica y eólica. (Figueroa S. B., y Morales F. F. 1992, op cit, Tiscareño, M. 197; Scopel, E. 1994;1997; Valdez e., 1997).

La erosión del suelo a partir de la labranza ha obligado a buscar alternativas y revertir el proceso de degradación de la tierra. El acercamiento natural a esto consiste en reducir la labranza. Esto llevó finalmente a movimientos que promueven la cero-labranza, particularmente al sur de Brasil, en Norteamérica, en Nueva Zelanda y Australia (FAO, 2000; R Derpsch, 2000ª y b).

Más de cuatro décadas de investigación a nivel mundial y más de dos de investigación en México, utilizando ensayos experimentales y experiencias comerciales han probado que la labranza de conservación puede aplicarse en la mayoría de las situaciones de producción del país y para casi todos los cultivos comerciales. Pero, que esto sea la mejor alternativa para un caso en particular, es motivo de análisis. Hay limitantes al concepto de labranza de conservación que hace necesario que en ocasiones el aplicar cierto grado de laboreo al cultivo sea la mejor manera de obtener el beneficio más grande del mismo (Erenstein, 1997, FIRA, 1996, Figueroa, S., B., Morales F. F., 1992).

La experiencia ha mostrado que la labranza de conservación (LC), es mucho más que simplemente reducir la labranza mecanizada. En una tierra que no se labra durante muchos años, los residuos de la cosecha permanecen en la superficie de la tierra y producen una capa de cobertura vegetal. Esta capa protege la tierra del impacto físico de lluvia y viento, además estabiliza la humedad

de la tierra y temperatura en los estratos superficiales. Así esta zona se vuelve un hábitat para varios organismos, de grandes insectos hasta hongos y bacterias. Esos organismos maceran el moho (*mulch*), mezclándolos e incorporándolos con la tierra y lo descomponen para que se convierta en humus y contribuya a la estabilización física de la estructura de la tierra. Al mismo tiempo esta materia orgánica de la tierra cumple una función de almacenamiento para el agua y los nutrientes. Los componentes mayoritarios de la fauna terrena, tales como los gusanos de tierra, proporcionan un efecto de estructuración de tierra que produce agregados de la tierra muy estables así como macroporos ininterrumpidos llevándolos directamente de la superficie de la tierra al subsuelo y permitiendo la rápida infiltración de agua en caso de lluvias abundantes. Esto llevado a cabo por el proceso edafológico, componente viviente del suelo, puede llamarse " cultivo biológico "(FAO, 2003a).

La agricultura de conservación, entendida así, proporciona muchas ventajas a nivel global, regional, local y en cada parcela. Ningún campo preparado para la labranza actúa como un contenedor para CO_2 y la conservación agrícola, aplicada en una escala global podría proporcionar una contribución mayor para controlar la contaminación del aire en general y en especial el recalentamiento global. Agricultores que aplican esta técnica podrían calificar eventualmente para un sistema de bonos por puntos de CO_2 (FAO, 2003 a y b).

El suelo bajo la agricultura de conservación tiene además una muy elevada capacidad de infiltración de agua reduciendo el escurrimiento de la superficie y significativamente la corrosión del suelo. Esto mejora la calidad de agua freática reduciendo la contaminación provocada por la corrosión del suelo, y refuerza los recursos del agua subterránea. Se ha observado en muchas áreas, después de algunos años de agricultura de conservación, que ese florecimiento natural que había desaparecido hace mucho tiempo atrás empezó a fluir de nuevo. El efecto potencial de una adopción masiva de conservación agrícola en balances hidráulicos globales, aún no es reconocido completamente (FAO, 2003b, op cit).

Las desventajas en el corto plazo podrían ser inicialmente los altos costos, equipos especializados de siembra y la completamente nueva dinámica de un sistema de conservación agrícola, requiriendo grandes habilidades de dirección y un proceso de aprendizaje por el agricultor (FAO, 2003a, op cit, Erenstein, 1997).

La experiencia de años con agricultura de conservación a nivel mundial, ha demostrado que pueden presentarse problemas, pero siempre pueden ser solucionados (FAO, 2003a, op cit,; Erenstein, 1997 op cit). En un escenario a largo plazo en un suelo no manipulado la acumulación de cobertura vegetal protege, alimenta y cubre la vida del suelo intensivamente, lo cual provee una estructura del suelo estable y favorable, y con profundidad suficiente llegando a los macro-poros para mejorar la infiltración de agua. Este proceso puede llamarse cultivo biológico (FAO, 2003a, op cit).

La labranza convencional del suelo ocasiona diversos problemas para lo cual se han implementado una serie de acciones parcialmente correctivas: deficiencias de nutrientes son corregidas con fertilizantes; deficiencias de agua son corregidas con irrigación; erosión es controlada con estructuras físicas; deficiencias en la estructura del suelo y compactación son corregidas con labranza intensiva; problemas de plagas son corregidas con plaguicidas, todo ésto ha ocasionado un circulo vicioso de más deterioro cuyos efectos más claros son la desertificación y el calentamiento global (Figueroa S. B., y Morales F. F. 1992, op cit, Tiscareño, M. 197; Scopel, E. 1997;Valdes, E. 1997; Derpsch, 2003, FAO, 2003)**.**

Avance de la labranza de conservación en México y en Jalisco

La Labranza de Conservación (LC) más que una nueva técnica agrícola, es un tratamiento diferente de las labores fundamentales de siembra y cuidado de los cultivos. El concepto de LC desafía muchas prácticas que los productores han

creído y seguido por generaciones, por lo que la LC es más bien un cambio en la filosofía de la producción de cultivos que sólo un cambio en los métodos de cultivo (Erenstein, 1997, FIRA, 1996, Figueroa, S., B., Morales F. F., 1992)

Un problema clásico relacionado con la labranza de conservación durante los años de su desarrollo ha sido su definición (Pierce, 1985 Citado por Erenstien, 1997). Labranza de conservación es un término ampliamente utilizado que abarca numerosos practicas, pero que generalmente se refiere a reducir las operaciones de labranza y mantener en el campo los residuos de cultivos con el fin de conservar el suelo. Como resultado de la amplia difusión del termino labranza de conservación, abundan las definiciones, que van desde las muy generales hasta las muy específicas. Un ejemplo de una definición bastante general es la de la Sociedad para la Conservación de Suelos de Norteamérica (citada por Erenstein, 1997) que la define como *"un sistema que reduce las perdidas de suelo y agua que ocurren en los métodos de labranza convencional".* Un ejemplo de una definición mucho mas especifica es la del Centro de Información de Labranza de Conservación De América (citado por Erenstein, 1997) que establece que "*un sistema de labranza de conservación mantiene por lo menos el 30% de la superficie del suelo cubierto con residuos después de la siembra con el fin de reducir la erosión hídrica"*.

Otro problema que presenta la mayoría de las definiciones de labranza de conservación es que, en general, fueron establecidas con base en los sistemas de producción agrícola del mundo industrializado, en especial de Estados Unidos. Sin embargo, los sistemas de producción en las zonas tropicales incluyen una gama aún mayor de prácticas, lo cual complica la formulación de una definición útil.

En general, la adopción de la labranza de conservación parece, por consiguiente, requerir dos cambios básicos (Erenstien, 1997):

1. reducir las operaciones de labranza o de movimiento de tierra, en comparación con la labranza convencional, básicamente sustituyendo la labranza por herbicidas;
2. dejar una cantidad suficiente de residuos para formar un mantillo, limitando los usos que compiten por los residuos o las prácticas convencionales como incorporarlos o quemarlos.

Tanto la reducción del movimiento de tierra como el mantillo protector funcionan como medidas de conservación que protegen el suelo contra las fuerzas erosivas. La labranza de conservación, por tanto, depende del uso de recursos renovables (tanto sintéticos como naturales) para proteger el suelo, recurso no renovable. La tecnología, además, mejora el balance hídrico en el suelo. Los cambios inherentes a las prácticas de producción pueden conducir a una reducción de los costos de la misma. En el contexto mexicano, los principales objetivos de la adopción de la labranza de conservación por tanto incluyen (Erenstien, 1997):

1. reducir la degradación de recursos, especialmente del suelo por erosión (es decir conservar el suelo);
2. reducir los costos de producción;
3. mejorar la utilización del agua y así reducir los riesgos (es decir, conservar el agua).

A pesar de que todos los agricultores tienen que tomar múltiples decisiones con consecuencias a largo plazo (v. g. compra de equipo) y a corto plazo (v. g. tipo de semilla a utilizar) para hacer eficiente la producción agrícola de su explotación, en la actualidad el agricultor se enfrenta a una decisión que no se presentaba en las generaciones anteriores de productores: ¿qué tipo de sistema de labranza utilizar para la producción de un cultivo?. Esta pregunta está asociada a la necesidad de decidir sobre la cantidad de laboreo necesario para la producción en forma rentable de un cultivo.

Esta nueva responsabilidad del productor surge a raíz de que la tecnología actual ha permitido el desarrollo de muchos sistemas de labranza que comprenden desde aquellos que se denominan convencionales (aradura, rastreo, escarda, etc.), también identificados por los organismos públicos en México como tradicionales, hasta aquellos conocidos como de labranza reducida.

Estos métodos de labranza reducida incluyen desde el llamado labranza cero hasta la denominada labranza reducida. La labranza cero que a lo largo del texto denominaremos indistintamente ***labranza de conservación o cero (LC.***), consiste en eliminar completamente las operaciones de laboreo primario del suelo y proteger al menos el 30% de la superficie considerada con mantillo a base de residuos y subproductos de la cosecha anterior. La ***labranza mínima*** (***LM***.) se refiere a realizar de una a dos operaciones de laboreo y puede o no incluir la protección del suelo con mantillo. Por último, en la ***labranza reducida (LR)*** se elimina al menos una de las prácticas de laboreo convencional del suelo e igual que en la labranza mínima puede o no incluir la protección del suelo con mantillo . Estos tipos de labranza a diferencia de la ***labranza convencional***, que normalmente incluye hasta 7 prácticas de movimiento del suelo, se realizan con una sembradora directa, sin formar surcos en la superficie del suelo.

En los distintos tipos de labranza de siembra directa mencionados, donde se disminuyen las prácticas de laboreo se ha observado a nivel experimental que sin los residuos de paja puede resultar contraproducente para la conservación del suelo. Esto es porque ocasionan más erosión que la labranza convencional y no permiten la formación de materia orgánica, por lo que la labranza cero es la práctica que de acuerdo a estos datos, redunda en mayores beneficios ambientales para el suelo (Figueroa, 1975, citado por Figueroa S. B., y Morales F. F. 1992, op cit; Scopel, 1997).

Muchos de los problemas que se mencionan en la literatura sobre labranza de conservación, se pueden considerar como problemas de percepción (FAO, 2002;

Erenstein, 1997); es decir, son un obstáculo en la mente del observador. Más que limitaciones son retos que deben de vencerse a fin de racionalizar el uso de la labranza en la producción de cultivos y conservación de los recursos.

Los problemas frecuentes en las decisiones diarias del productor son: el tiempo, el dinero y la mano de obra disponible. Estas variables han ocasionado una tendencia a buscar el ahorro en tiempo y la disminución de mano de obra a través del uso de maquinaria y equipos agrícolas más grandes, a fin de cubrir en un menor tiempo una superficie más amplia.

Pero aún con maquinaria, el agricultor utiliza más tiempo y mas energía en la realización de operaciones de labranza que en cualquier otro aspecto de la producción de cultivo. A menudo esta operación demandante de tiempo entra en conflicto con operaciones cruciales en la producción, como es la siembra del cultivo. Los beneficios de la reducción o eliminación de la labranza son fácilmente comprendidos en estos puntos críticos de competencia por el tiempo disponible para realizar una labor agrícola, ya que al eliminar las operaciones de labranza se puede proceder a realizar las otras prácticas de cultivo, esto es un factor que ha favorecido la labranza mínima en algunas zonas del país donde se siembra un cultivo en el ciclo Primavera-Verano y otro en el ciclo Otoño-Invierno, como es el caso del estado de Jalisco y específicamente de la Barca en la región Ciénega de Chapala.

La LC, al igual que otras medidas de conservación tiene costos y beneficios específicos. Los costos directos de la tecnología están relacionados con el uso de residuos y el incremento del uso de herbicidas, ambos, de carácter recurrente. Además, la LC puede exigir que se hagan inversiones; por ejemplo, la labranza reducida del suelo puede requerir de equipo para aplicarlo. Los costos indirectos de la tecnología pueden estar relacionados con los cambios en la incidencia de plagas y enfermedades que resultan de dejar los residuos encima del terreno, como pueden ser aquellas que se transmiten a través del suelo, con el residuo

como medio para desarrollo de plagas e inóculo de enfermedades y un menor movimiento de tierra que puede resultar en cambios en la composición de la población de maleza, sobre todo en los primeros años (Erenstien, o. 1997; Carrillo J. L et al, 1997; Medina C. A., 1997; Najera, M, 1997) . La tecnología también puede presentar algunos conflictos de manejo en rotaciones y cultivos intercalados (Erenstien, O. 1997).

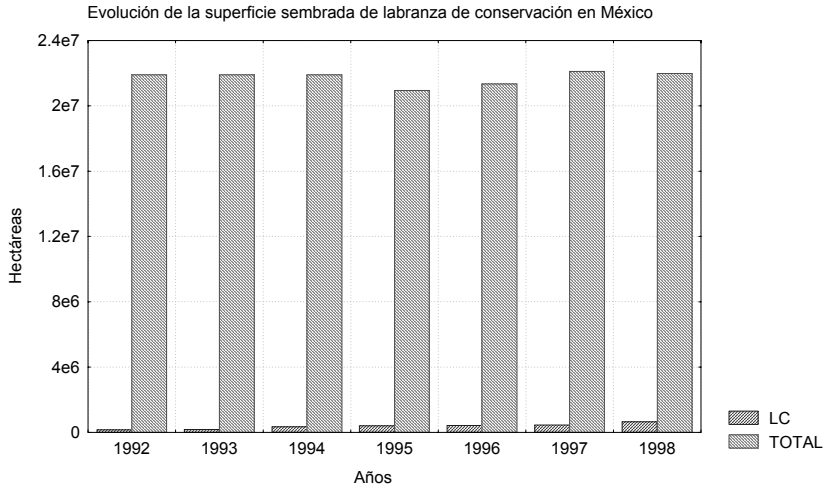
La promoción de la labranza de conservación en México fue promovida por el Fideicomisos Instituido en Relación a la Agricultura (FIRA). En el periodo comprendido entre 1979/1984 FIRA capacitó a 18 de sus técnicos, en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Posteriormente, en el lapso 1987/1989 se realizaron 16 cursos, en los cuales se adiestraron 636 participantes, de instituciones, además de 109 productores.

FIRA estableció los primeros trabajos de siembras en LC en 1987 precisamente en el estado de Jalisco. En 1988 se inician los primeros trabajos de labranza de conservación en Villa Diego siendo su actual enfoque la transferencia de tecnología en el sistema de labranza de conservación que posteriormente fue denominado Centro Nacional de Labranza de Conservación. Durante el periodo 1990-1995, este centro “Villadiego” realizó 223 demostraciones con una asistencia de 8 399 participantes, de los cuales 43% son productores (FIRA, 1996;1999).

Durante este periodo se ha considerado por sus promotores a la Labranza de Conservación como un sistema competitivo y rentable en comparación con el sistema convencional, con el cual el productor ahorra del 25 al 35% de costos (principalmente en maquinaria e insumos), ahorro del 35% a 40% de agua en sistemas de riego, ahorro en la oportunidad de la siembra permitiendo establecer dos y hasta tres cultivos en el año, aumenta el rendimiento de la tierra, aumenta la productividad de la mano de obra y aumento de la rentabilidad del cultivo en 30%. FIRA y otras instituciones de desarrollo se dieron a la tarea de difundir la LC con el

supuesto que el productor la adoptaría con facilidad, dadas sus ventajas productivas y de rentabilidad (FIRA, 1996). La realidad sobre la adopción de la labranza de conservación ha sido otra: en el periodo 1992-1998, la superficie sembrada en LC pasó de 150 000 ha. (0.6% de la superficie total sembrada en el país) a 650 000 ha. (2.9% del total) (Fira, 1999) (Figura 1).

Figura 1.

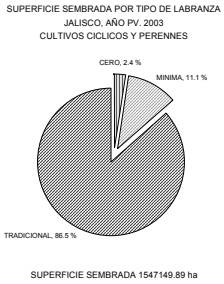


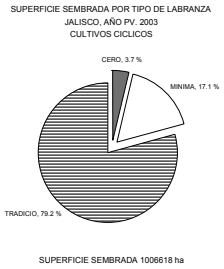
Fuente: Elaboración propia con datos de Fira, 1999 y de Siacon/Sagarpa, 2003.

En el estado de Jalisco, estado pionero en la LC, la superficie sembrada actualmente en el sistema en labranza cero es de 37.5 mil ha. que representa el 2.4% de la superficie total cultivada en el estado, y del 3.7% en relación a la superficie de cultivos anuales, y del 5% en relación a la superficie de maíz en el estado, aunque si consideramos también la labranza mínima, esta proporción aumenta, como puede observarse en las siguientes figuras (ver figuras 2 y 3 y cuadro 1) (Siacon, Sagarpa, 2003).

Estos datos reflejan entre otras cosas, que la adopción de la LC ha sido más lento de lo esperado y que no es un proceso sencillo, y que se ve limitado por los costos implicados, la escasez del equipo y de la asesoría técnica especializada necesarios, así como su falta de competitividad frente al sistema de labranza convencional en términos de rentabilidad financiera, como veremos más adelante.

Figura 2. Figura 3.





Cuadro 1: Superficie sembrada de maíz por tipo de labranza en Jalisco, (ciclo Primavera- Verano 2003/2003).

Tipo de labranza	Sup. Sembrada (ha.)	%
Cero	32415.84	5.05
Mínima	159328.51	24.83
Convencional	449726.48	70.10
Total	641470.83	100

Elaboración propia con datos de Siacon-Sagarpa, 2004

El distrito de la Barca, Jalisco como área pionera en LC en México

El estado de Jalisco ha sido dividido por la Sagarpa en ocho Distritos de Desarrollo Rural (DDR) . Para este estudio se escogió el cultivo del maíz por ser el que mejor ha respondido a la labranza de conservación en el país y el DDR La Barca por diferentes razones: por ser uno de los pioneros en la LC ; porque hay una tradición de parcelas donde se ha incorporado la LC por más de siete años; se han implementado programas intensivos de capacitación y difusión de la LC; y junto con el DDR de Ameca concentran el 84% de la superficie cosechada de maíz de temporal en labranza cero en el estado de Jalisco (cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie cosechada de maíz de temporal por tipo de labranza en Jalisco: ciclo Primavera- Verano 2003/2003.

DDR	Tipo de labranza	Sup. Cosechada en has	Producción en ton	Rend. en kg/ha
Ameca	cero	13300	62979.65	4.74
Cd. Guzmán	cero	1253.06	4611.26	3.68
El Grullo	cero	1994.15	3666.66	1.84
La Barca	cero	11218.47	47749.13	4.26
Zapopan	cero	1441.8	6776.45	4.70
Sub-Total	cero	29207.48	125783.15	4.30
Ameca	mínima	23764.06	118524.96	4.99
Cd. Guzmán	mínima	32742.49	144615.78	4.42
El Grullo	mínima	18294.7	77798.49	4.25
La Barca	mínima	44416.77	211590.33	4.76
Lagos de Moreno	mínima	12142.19	46395.15	3.82
Sub-Total	mínima	131360.21	598924.71	4.55
Ameca	convencional	62383.1	301740	4.84
Cd. Guzmán	convencional	81474.03	315350.37	3.87
El Grullo	convencional	20454.81	97430.58	4.76
La Barca	convencional	70974.92	336502.35	4.74
Lagos de Moreno	convencional	129366.77	626207.11	4.84
Zapopan	convencional	66563.97	325815.78	4.89
Sub-Total	convencional	431217.6	2003046.19	4.64

Fuente: Elaboración propia con datos de Siacon/Sagarpa, 2004

Al revisar los datos por distrito en Jalisco, se observa la importancia de La Barca en relación a superficie cosechada con LC, como ya se mencionó. Igual sucede con el método de labranza mínima. Sus rendimientos figuran entre los más altos en el estado, lo que se refleja en sus niveles de producción.

Mitos y realidades de la LC

La magnitud de los costos y beneficios de la LC, sin embargo, depende de una diversidad de factores, tanto agroecológicos como socioeconómicos, que son específicos de cada localidad y cada tipo de productor. Por tanto uno de los

objetivos de este trabajo es analizar la magnitud de los costos y beneficios en una región de agricultura tecnificada donde la LC ha tenido gran aceptación y en diferentes tipos de productores y sistemas productivos de maíz, como es La Barca, Jalisco.

De acuerdo con Erenstein son dos aspectos que afectan la rentabilidad de la labranza de conservación (Erenstien, op. Cit.):

1. el aspecto de externalidades: el nivel de análisis (por ejemplo, de parcela, de finca o de región) determina qué costos y qué beneficios se incluyen , pero en general, el productor solo está preocupado por los costos y beneficios que se generan dentro de los limites del predio, aunque las prácticas de labranza, al repercutir sobre el suelo, generan externalidades positivas o negativas que van más allá de la parcela.
2. el aspecto intertemporal: en general, se puede considerar que las tecnologías sostenibles (como labranza de conservación) requieren una inversión inicial, es decir incurrir en costos en el corto plazo, mientras que los beneficios sólo se obtienen en el mediano o largo plazo.

En México, diferentes sistemas agrícolas cuyo producto principal es el maíz se encuentran conviviendo uno con otro. En un extremo del espectro, se sitúa la agricultura comercial, mecanizada y a gran escala, que tradicionalmente se localiza en las planicies con alto potencial de rendimiento. En el otro, se encuentra la agricultura de subsistencia, no mecanizada y en pequeña escala, que generalmente se localiza en zonas marginales de ladera.

La adopción de labranza de conservación tiene distintas implicaciones en estos dos sistemas. Generalmente, el motivo principal de que se adopte la labranza de conservación en sistemas comerciales es reducir los costos de producción, pero en los sistemas de subsistencia en ladera, controlar la degradación del suelo es quizá más importante. (Erenstien, op. cit.). No obstante, estos motivos pueden no

ser suficientes para el productor para impulsar el cambio. Ocurre por ejemplo que los productores comerciales están suficientemente provistos de maquinaria y equipo convencional y no están dispuestos a invertir en herramientas nuevas de labranza reducida debido a las inversiones que ya hizo. Pueden también estar ubicados en zonas de buen temporal en las cuales la labranza de conservación puede ocasionar problemas de humedad, en el caso de los segundos o sea de los productores con sistemas convencionales puede haber dificultades para adquirir los herbicidas y controlar la maleza perenne (Erenstien, O. 1997). Estos dos fenómenos se observan claramente en la zona de estudio: La Barca , Jalisco.

Cabe hacer notar que esta dicotomía señala sólo los dos extremos del espectro. Diversos sistemas de cultivo, cuyo producto principal es el maíz, tienen una función intermedia o suman y mezclan características de ambos sistemas extremos, generándose un amplio abanico de sistemas productivos de maíz. En este abanico se insertan también una gama amplia de posibilidades de adopción de la labranza de conservación. Por ejemplo, los sistemas de producción en áreas marginales, con escasa precipitación, pueden aprovechar el potencial de la tecnología de conservación del agua. Por otro lado, los sistemas que dependen de la tracción animal pueden usarla para lograr una combinación de objetivos.

Sin embargo, a fin de facilitar el análisis, para este trabajo se presenta una diferenciación que permite clasificar los diferentes métodos de labranza en base a las distintas prácticas de conservación de residuos y el número de prácticas de laboreo del suelo. Cabe aclarar que en la clasificación no se incluye la tracción animal y la manual dado que este estudio se realizó en una zona de agricultura mecanizada :

1. mecanizada convencional;
2. mecanizada cero o conservación
3. mecanizada reducida;
4. mecanizada mínima.

Así, la cantidad de rastrojo que se deja en el suelo como mantillo de protección puede variar de 0% a 100% de cobertura del suelo. En general, para México se recomienda para un óptimo aprovechamiento proteger el 30% del suelo con mantillo, lo cual implica dispersar alrededor de 2 a 2.5 ton^1 ha^1 $año^1$.

Cada método, representa una adaptación (en términos de la labranza y la conservación de residuos) de un método de labranza convencional. Las consecuencias de la adopción de la tecnología de labranza de conservación pueden variar y producir diferentes beneficios y costos de adopción. De esta manera, según los posibles beneficios esperados de la labranza de conservación varía la elección de un método a otro. La labranza de conservación mecanizada tiene potencial para lograr grandes ahorros en los costos, en términos del establecimiento del cultivo y el control de maleza (Erenstein, O op cit).

En este trabajo se emplea el método conocido como de presupuesto parcial por su simplicidad y utilidad práctica, dado que solo se analizan los costos y beneficios del subsistema productivo de maíz por tipo de labranza. En la cotización de insumos, se utiliza el precio de mercado pagado por el productor; en el uso de maquinaria se utiliza el costo de oportunidad de la maquila, en el caso de jornales hechos por el productor y su familia y dado que el sistema es mecanizado y existe demanda de la mano de obra se cotiza al costo de oportunidad del jornal agrícola regional. Se consideran además los conceptos que el productor paga por el interés del capital, el seguro agrícola y la asistencia técnica. No se considera el ingreso del PROCAMPO ni el costo de la renta de la tierra ya que en general se trata de parcelas propias.

La información de campo se obtuvo mediante entrevistas y encuestas guiadas en diferentes épocas del cultivo que comprende el periodo de la siembra a la cosecha (Junio-diciembre) en el ciclo agrícola de Primavera Verano (PV) 2003/2003, para esto se contó con la colaboración del personal del DDR de la Barca.

Cuadro 3. Rendimiento, costo por kilo y relación benéfico-costo por tipo de labranza en 41 parcelas de maíz de temporal en la Barca, Jal.

Tipos Labranza	No. Observ.	Sup. Promedio (has)	Rendimiento Promedio (kg/ha)	Costo/kg Promedio ($/kg)	Relación Beneficio/Costo Promedio
Convencional	4	7.12 (3.22)*	6052.5 (1393.2)	0.936 (0.0456)	1.449 (1.167)
Cero	9	9.05 (1.62)	5066.6 (2199.4)	1.27 (0.18)	1.193 (0.169)
Mínima	9	9.27 (10.25)	5648.8 (1604.5)	1.07 (0.314)	1.35 (0.527)
Reducida	19	9.5 (2.94)	5689 (2095.5)	1.068 (0.424)	1.401 (0.558)
Total	41	8.9 (5.36)			

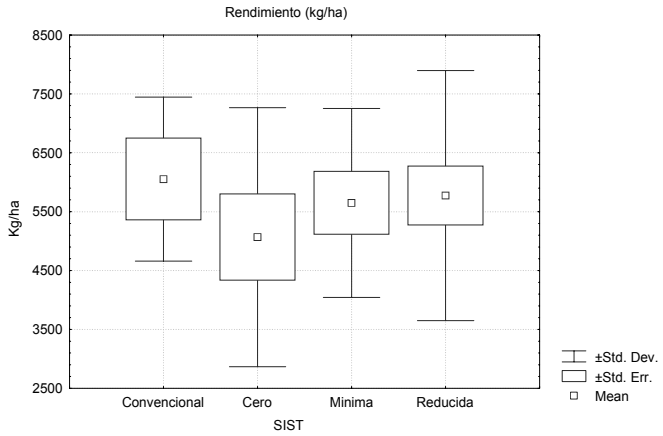
*(Desviación estándar)

En total se obtuvo la información de 54 productores y parcelas de LC en diferentes condiciones tanto hídricas (temporal y riego), como de cultivo (maíz y sorgo), tipo de labranza: convencional, reducida, mínima y de conservación o cero. La diferencia entre el tipo de labranza radica esencialmente en las labores del suelo exceptuando la siembra: cero (LC) equivale a ninguna labor; mínima (LM) a una o dos labores, (LR) reducida a tres labores y la convencional varia de 3 a 5 labores, además en las tres primeras se utiliza la sembradora de siembra directa sin surcos y en la labranza convencional se utiliza la sembradora convencional con surco.

Se presentan, únicamente, los resultados de 41 parcelas de maíz de temporal de igual número de productores en diferentes sistemas de labranza (convencional, cero, mínima y reducida) con un promedio de 9.12 has por parcela que suman 374 has. De estas, cuatro parcelas son de labranza convencional con 28.5 has, nueve parcelas son de LC con 81.5 has; nueve de LM con 83.5 has y 41 parcelas de LR con 180.5 has.

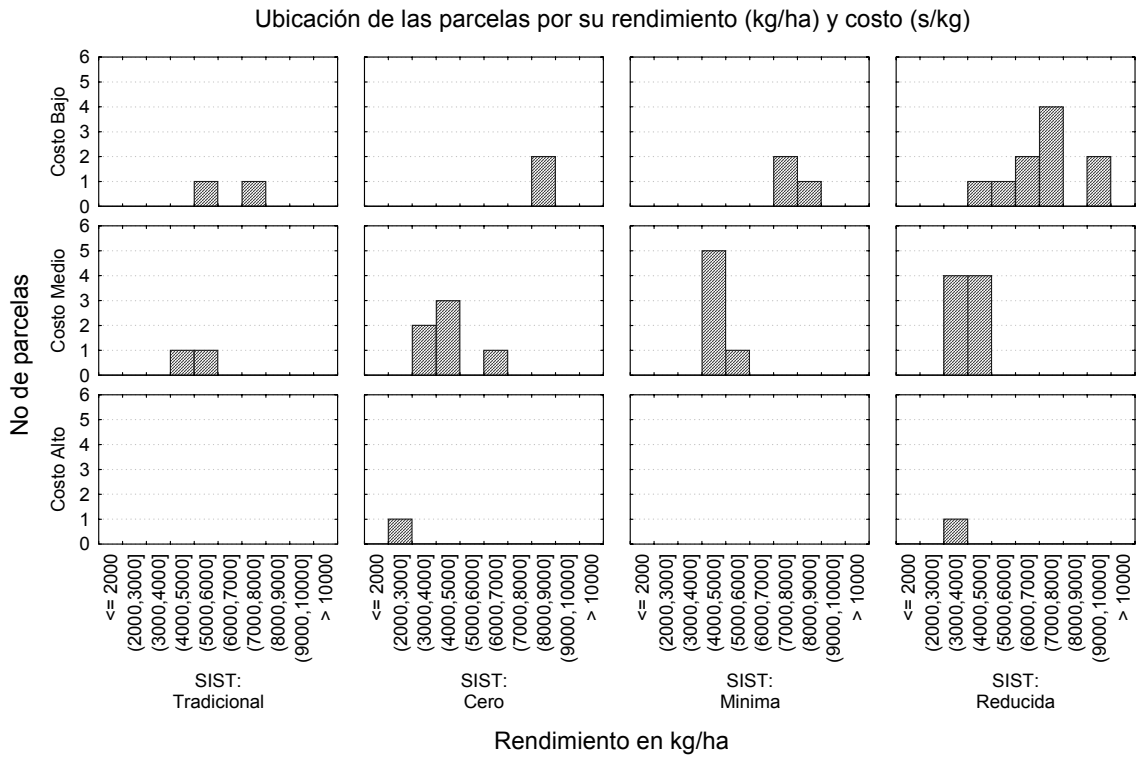
Las parcelas de cero labranza presentaron, en promedio, el rendimiento más bajo en promedio, como se observa en el cuadro 3, al mismo tiempo que los costos promedio mayores, lo que redunda en una relación beneficio costo menor. Sin embargo, como se observa en la figura 4 siguiente, estos datos tienen una desviación Standard muy amplia, lo que significa que la distribución del dato de rendimiento es más amplia. En el caso de la LC esto esta dado por el efecto intertemporal, el beneficio es a mediano y largo plazo y entre la muestra existe una parcela con 7 años de manejo en LC y rendimientos mas altos y costos menos (ver figuras 4 y 5)

Figura 4



Esto se constata en los histogramas de la figura 5, donde se puede ver que los rendimientos varían de manera importante en los distintos grupos clasificados por tipos de labranza. Esto nos permite concluir que la *labranza de conservación* (cero), no representa ventajas significativas en rendimiento respecto a los otros tipos de labranza en el corto plazo, pero en el largo plazo puede ser productiva. También nos permite concluir que los costos de producción obtenidos bajo este sistema de laboreo no representan tampoco ahorros significativos en lo inmediato para el productor pero si a largo plazo (7 o más años), como se esperaba en base a lo reportado por la literatura especializada en el tema.

Figura 5



Otro supuesto básico reportado ha sido que a través del tiempo, la LC muestra sus ventajas competitivas con los otros métodos de laboreo, porque después de emplear la LC por varios años y ya recuperada cada vez más la calidad del suelo, puede mejorar significativamente su productividad expresada en un incremento del rendimiento y reducción de costos. Esta hipótesis se comprueba con los datos observados en productores de La Barca, Jalisco, donde se obtuvo información de parcelas que han sido trabajadas bajo LC en un periodo que va de 7 años y se observa una reducción de los costos de producción por kilo de maíz (Figura 6 y 7).

De acuerdo a estos datos, se registra una tendencia de crecimiento productivo como consecuencia del empleo prolongado de la LC (ver figura 6 y7) . Sin embargo, es difícil hacer aseveraciones al respecto, porque los productores intercalan cultivos así como prácticas diversas de manejo a lo largo del tiempo y se desconoce si durante los periodos considerados ha habido o no laboreo del suelo. Esto exige para su análisis un seguimiento más preciso, continúo e integral de la actividad agrícola específica que realiza cada productor donde se explora el

cambio técnico y las ventajas de la LC, ya que el cambio puede afectar los flujos de paja y de efectivo.

Figura 6

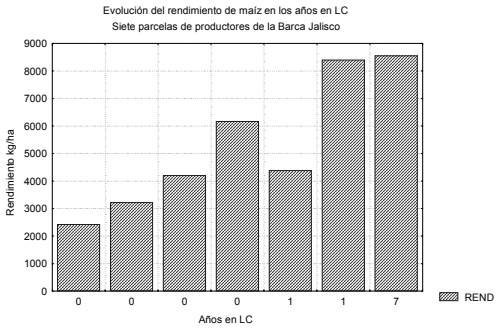
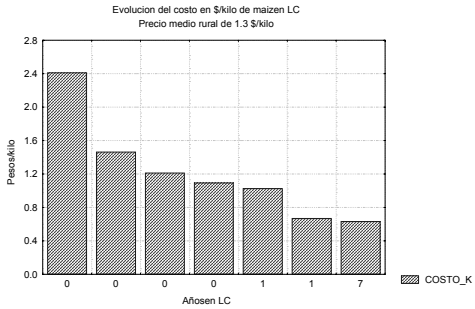


Figura 7



En este sentido, habría que tomar en cuenta en estos resultados, que los productores modifican constantemente sus sistemas productivos y los van intensificando al observar disminución productiva, con una mayor incorporación de insumos externos para compensar cualquier pérdida de fertilidad natural del suelo. Esto hace más difícil que la LC exprese ventajas de competitividad a lo largo del tiempo en comparación con la labranza convencional.

Se requiere anotar que estas conclusiones son aún preliminares y requieren mayor confrontación empírica, dada la inexistencia de información sistematizada y confiable no experimental, pero brindan una aproximación para explicar estas complejidades de las múltiples y diversificadas estrategias que emprenden los productores para adoptar una propuesta de cambio tecnológico, considerando las dificultades del entorno económico, natural y técnico que enfrentan.

Queda la duda, entonces, de por qué la LC en sus diferentes modalidades se ha expandido y ha sido adoptada de manera creciente, aunque lentamente, en La Barca. Nuestras observaciones conducen a la consideración de que la razón es que en esta zona de agricultura intensiva, la LC ha permitido compatibilizar más fácilmente el calendario agrícola de al menos dos cultivos (maiz o sorgo en

primavera-verano y trigo o garbanzo en otoño-invierno), al eliminar las labores previas a la siembra.

Por otro lado y de manera destacada, su contribución en el mejoramiento de la calidad del suelo y del agua, en un entorno de cada vez mayor deterioro y degradación de estos recursos estratégicos para el país, como se mostró al principio de este trabajo, permiten ver la importancia de impulsar este sistema como una nueva forma de conservación y relación de la producción agrícola y los recursos naturales, en esquemas de co-participación que implique compartir los costos de un proceso de beneficio común. No es buscando sus ventajas financieras, ni sólo productivas, como se justifica la promoción y expansión de la LC en México. Es a partir de sus beneficios ambientales que requiere ser impulsada e incentivar una transformación en la percepción sobre el cambio técnico requerido, donde el recurso suelo debe ser visto como un recurso de uso común y su gestión como una acción colectiva. En ella no sólo el productor debe asumir la responsabilidad de su conservación.

De lo privado a lo público: la LC como alternativa posible de mejoramiento de la calidad ambiental. Un compromiso común.

Frente a los bienes privados, cuyo consumo total representa la suma de los consumos individuales, el consumo del bien público y común –como demostró Samuelson – es el mismo para todos: "*el consumo individual de tal bien no resta nada al consumo de otros*" (Samuelson, 1982, citado por Aguilar F. 1991) . Es universalmente aceptado que el aire, el agua y los recursos fitogenéticos son definidos como bienes públicos y comunes.

El suelo es el sustento de estos factores: la desertificación y deformación del suelo dan origen a la contaminación del aire por erosión eólica, la desaparición de hábitats de especies vegetales y animales y pérdidas de agua por escurrimientos superficiales. Por tanto, proponemos considerar el suelo y su fertilidad como un bien público y común y a la labranza de conservación como una tecnología de

utilidad pública, pues como se dijo antes, el suelo proporciona recursos de uso común como es la calidad ambiental.

Aunque algunas porciones de suelo se pueden conseguir en el mercado de tierras como terrenos privados, grandes porciones de tierra son declaradas parques nacionales y reservas ecológicas y sus productos se pueden consumir simultáneamente (puede ser cultivado y a la vez capturar agua y carbono por ejemplo). Por otra parte, con frecuencia, los Recursos de Uso Colectivo (RUC) como los agostaderos y bosques colectivos que han sido analizados por numerosos estudiosos, están sobre el suelo que pertenece a un grupo de propietarios privados, lo que sugiere que es el acceso al recurso (producto: agostadero o bosque) y la imposibilidad de exclusión lo que lo hace que se comporte como un RUC .

De la misma manera que el oxigeno y el agua, han sido considerados de interés común, el suelo que produce vegetación que puede ser aprovechada por un conjunto de apropiadores o usuarios (que puede ser bosque o agostadero) y produce externalidades (positivas o negativas), se debe considerar un recurso también de interés común. En el caso del acceso a estos recursos, la sociedad y su representación a través del Estado y su política e instrumentos públicos, se comportan como usuarios pasivos, cuando no comparten los costos de su mejoramiento, restauración y /o conservación .

En el caso de la agricultura, las externalidades negativas producidas por la actividad y tecnologías no apropiadas sobre el recurso suelo, como la erosión, contaminación y deterioro del suelo, disminuyen su capacidad para generar un servicio ambiental de uso público. Estas externalidades negativas pueden disminuirse a través de cambios técnicos que propicien un uso más conservacionista del recurso. Es el caso de la LC que hemos tratado extensamente en este trabajo. El Estado y la Sociedad, deben asumir internalizar las externalidades negativas de la producción agrícola, cuyos productos alimentan

a la población, incentivando el cambio técnico hacia tecnologías más apropiadas que conserven el recurso suelo. Deben compartir el costo de su conservación, si no es asi, el recurso se seguirá deteriorando y la percepción sobre él seguirá en el ámbito de considerarlo un bien privado.

Contrario a esta orientación, lo que proponemos es la necesidad imperiosa de incorporar a los diferentes agentes de la sociedad, privados, sociales y gubernamentales a compartir con los agricultores los costos del mejoramiento de la calidad del suelo y del cambio hacia tecnologías más conservacionistas, como la Labranza cero. Sólo transformando socialmente su percepción responsable como bien común, tanto del suelo como del cambio técnico apropiado, será posible la conservación ambiental y un mejor futuro para las generaciones por venir.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo S. J. L. Aguilera P. M. Y Garcia Leaños M. L., 1987. "Incidencia y contro de plagas en labranza de conservación". En *Avances de Investigación en Labranza de Conservación I.* INIFAP-CENAPROS. Libro Técnico No1. P 151-165

Derpsch R. 2000a. "Frontiers in Conservation Tillage and Advances" in *Conservation Practice*. In http://www.fao.org/ag/ags/AGSP.

Derpsch R. 2000b. *Historical review of no-tillage cultivation of crops*. In http://www.fao.org/ag/ags/AGSP

Erenstien, O. 1997. "La economía de la labranza de conservación en México. Resumen de las investigaciones del programa de economía del CIMMYT". *En Avances de Investigación en Labranza de Conservación I*. INIFAP-CENAPROS, libro técnico No. 1. pp 225-241.

FAO, 2003a*.¿Que es la agricultura de conservación?.* http://www.fao.org (consultado el 15/11/03).

FAO, 2003b. "Segunda sesión del Cuadro de Expertos Eminentes sobre Ética en la Agricultura y la Alimentación". Comunicados de prensa 02/32. Disponible en In http//www.fao.org

Figueroa, S. B., Amante, O. A., Cortés, THG., Pimentel, J. L., Osuna, C. E. S., Rodríguez, O. J. M., Morales, F. F. J., 1991*. Manual de predicción de perdidas de suelo por erosión*. SARH-CO-CREZAS, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. 150 p.

Figueroa S. B. Y Morales F. F., 1992*. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación*. SARH-CP. 273 pp.

Figueroa, S. B., 1993. "Conservación de suelos en maíz, experiencias en México y Estados Unidos de América". In. Memorias, *1er. Simposium international, 4to. Nacional "el maíz en la decada de los 90*. SARH-Delegación Jalisco. 16-19 de marzo de 1993. Zapopan, Jalisco, México. pp 243-251.

FIRA, 1996. "Labranza De Conservación para una Agricultura Sustentable. Experiencias y Logros de FIRA". *Boletín Informativo*, Núm. 281 Vol. XXIX. 28 pp.

FIRA, 1999. *Agronegocios Sostenibles. Alternativas para el desarrollo del sector rural y pesquero*. Banco de México-FIRA. 88 pp. Disponible en http://www.fira.gob.mx

Lal R. 1987. "Effects of soil erosion on crop productivity. C:R:C. Critical Review"in *Plant Science* 5: 303-308.

Medina, H., F.; 2001; "La pobreza en América Latina: desafió para el nuevo milenio"; *Rev. Comercio Exterior*, vol. 51, Num. 10, octubre; México; pp 885-896.

Najera Rincón M.B y Valdez D. E. 1997. "Efecto de los sistemas de labranza y la cobertura vegetal sobre la macrofauna edafica asociada al maíz de temporal". En *Avances de Investigación en Labranza de Conservación I*. INIFAP-CENAPROS, libro técnico No. 1. p 65-74.

Ncintire, J.1995. « A review of soil conservation sector in México". Im: *Economical and Institutional Analices of Soil Conservation Projects in Central Anerica and the Caribbean*. Eds. Lutz, E., Pagiola, S. And Reiche, C.. World Bank Environmental. Paper No. 8. The Word Bank. Washington, D.C. pp. 107-128.

Ostrom, E., 1990. *El gobierno de los bienes comunes*. UNAM-CRIM/ FCE, México.

Osuna C. E.,1997. "Investigación de erosión y labranza de conservación en la región norte-centro de México". *En Avances de Investigación en Labranza de Conservación I.* INIFAP-CENAPROS, libro técnico No. 1. pp 199-214.

Romero Carlos 1994*. Economía de los recursos ambientales y naturales*. Alianza Editorial. Madrid, España

Scopel, E. 1997. “Efectos de la labranza de conservación sobre el balance hídrico del cultivo de maíz de temporal”. En *Avances de Investigación en Labranza de Conservación I*. INIFAP-CENAPROS, libro técnico No. 1. pp 91-106.

Scopel, E., 1994. “Le semis direct avec paillis de résidus dans la región de V. Carranza au Méxique: Interet de cette techique pour améliorer l’alimentation hydrique du mais pluvial en zones a pluviométrtie irréguliére”, Thése de l’INA-PG, 354 p.

Semarnap, 1997. *Estadísticas del medio ambiente*. http//www.semarnap.gob.mx

Semarnat, 2002. *Informe de la situación del medio ambiente en México 2002: compendio de estadísticas ambientales*. 275 pp. Disponible en http://www.Semarnat.gob.mx

Siap/Sagarpa, 2003. *Estudio del pronostico de producción por entrevista a productor de maíz y sorgo*. Disponible en http://www.siap.sagarpa.gob.mx

Siacon/Sagarpa, 2003. *Anuario Estadistico de la Producción Agrícola.* Sagarpa, México. Disponible en http://www.siacom.sagarpa.gob.mx

Tiscareño, l. M., Gallardo, V. M., Velásquez, V. M. A., 1997. “Impacto de los métodos de labranza en agricultura de laderas”. In. *Avances de Investigación en Labranza de conservación I*. CENAPROS-INIFAP-SAGAR. Libro Técnico No. 1. Eds: Claveran, A. R.; Velásquez, G. J., Muñoz, V. J. A. Tiscareño, L. M., Najera, R. M. B. Octubre 19787, p 107-122.

Valdez Díaz L. E., 1996; “Manejo de la Labranza de conservación: Experiencias obtenidas en el sur de Jalisco entre 1992 y 1994. En Scopel, E. (Ed.) *Memoria del taller, Transferencia de Labranza de Conservación para Maíz de Temporal en Jalisco*; México. D. F.: CIMMYT, INIFAP, CIRAD SDR; pp. 22-32.