

Estudio temático 1. El maíz en México:

Algunas implicaciones ambientales
del Tratado de Libre Comercio de
América del Norte

Índice

Siglas y acrónimos	69
Reconocimientos	70
Resumen ejecutivo	71
I. Introducción	78
II. El tema en sus contextos ambiental, económico, social y geográfico	80
A. El contexto ambiental	80
1. Aire	80
2. Agua	82
3. Tierra	83
4. Biota	85
B. El contexto económico	92
C. El contexto social	98
D. El contexto geográfico	101
III. El TLC y sus relaciones	107
A. Cambios del TLC a las reglas	107
B. Instituciones del TLC	108
C. Flujos de comercio	109
D. Flujos de inversión transfronterizos	110
E. Otros factores económicos condicionantes	110
IV. Vínculos con el medio ambiente	115
A. Política gubernamental	115
1. Procampo	116
2. Conasupo	119
3. Alianza para el Campo	122
4. Reformas al Artículo 27 de la Constitución	123
5. Instituciones bancarias y crediticias	123
6. Seguros	125
7. Investigación y desarrollo agrícola y asistencia técnica	126
B. Producción, control y tecnología	128
1. Modernización de la producción de maíz: tecnologías y técnicas	133
<i>a. Mínima o sin maquinaria</i>	133
<i>b. Técnicas vegetativas: terrazas</i>	134
<i>c. Arado por curvas de nivel</i>	135
<i>d. Materia orgánica</i>	136
<i>e. Cultivos intercalados</i>	136
<i>f. Rotación de cultivos</i>	136
<i>g. Control integrado de plagas</i>	137
<i>h. Uso de híbridos y variedades mejoradas</i>	137
2. Sustitución de cultivos	139
<i>a. Sustitución por otros granos (incluidos forrajes)</i>	140
<i>b. Cambios en el uso de suelo (ganado y plantaciones forestales)</i>	140
3. Continuación de la producción de maíz con métodos tradicionales	140
C. Infraestructura física	142
D. Organización social	144
1. Instituciones sociales y tenencia de la tierra	144
2. Productores de subsistencia y empleo rural	144
3. Migración	147

V Impactos e indicadores ambientales	153
A. Tierra: calidad y cantidad de suelos	153
B. Agua	161
C. Aire	162
D. Biota	163

Bibliografía	168
---------------------	------------

Anexo A: Literatura sobre el maíz en México y los efectos de la liberalización del comercio	176
--	------------

Anexo B: La migración y las regiones productoras de maíz	179
---	------------

Índice de gráficas

Gráfica 1	Precipitación anual	83
Gráfica 2	Unidades productoras de maíz	89
Gráfica 3	Proporción de la población rural	98
Gráfica 4	Unidades productoras de maíz (cantidad de unidades por estado)	99
Gráfica 5	Unidades productoras de maíz (% de unidades de 5 ha o menos)	100
Gráfica 6	Producción de maíz por estado	102
Gráfica 7	Unidades de autoconsumo	103
Gráfica 8	Maíz: Precios de garantía en pesos y dólares	111
Gráfica 9	Precios de garantía y pagos de Procampo	118
Gráfica 10	Precios relativos del maíz: Precios rurales promedio en pesos de 1994	131
Gráfica 11	Población de bajos ingresos	145
Gráfica 12	Índice de migración	148
Gráfica 13	Migración por estados, 1990-1995	149
Gráfica 14	Análisis de grupos migratorios	150
Gráfica 15	Erosión de suelos	154
Gráfica 16	Deforestación	159
Gráfica 17	Consumo de leña	160

Índice de cuadros

Cuadro 1	Consumo de energía por sector económico Consumo de energía relativo	81
Cuadro 2	Proporción de principales cultivos con sistemas de riego	82
Cuadro 3	Distribución del consumo total de agua en México	83
Cuadro 4	Superficie afectada por distintos grados de erosión	85
Cuadro 5	Producción mundial de maíz: Superficie cultivada por tipo de semilla, 1985-1992	87
Cuadro 6	Estructura de la producción agrícola en México	93
Cuadro 7	Producción de maíz: Superficies cultivadas y cosechadas, y rendimientos	93
Cuadro 8	México: Producción de maíz por ciclos agrícolas	94
Cuadro 9	Rendimientos por superficie de parcelas en la producción ejidal de maíz	94
Cuadro 10	México: Rendimiento de la producción ejidal de maíz por zonas agroecológicas, 1994	95
Cuadro 11	Producción de maíz: Rendimientos en distintas condiciones tecnológicas	95

Cuadro 12	Utilidades y competitividad de los productores de maíz en México (1991)	95
Cuadro 13	Maíz: Rendimientos por tenencia de la tierra y superficie de parcelas	96
Cuadro 14	Principales características de las unidades de producción donde el maíz es el principal cultivo	97
Cuadro 15	Distribución de superficies de parcelas en el sector ejidal: 1990-1994	100
Cuadro 16	Producción de maíz nacional y estatal, 1985-1995	104
Cuadro 17	Tecnologías de producción de maíz por estado (porcentajes)	105
Cuadro 18	Granos básicos: Acceso del mercado a México y cuotas del TLC	108
Cuadro 19	Importaciones mexicanas de maíz, 1985-1996	109
Cuadro 20	Precios reales del maíz, 1975-1995	111
Cuadro 21	Diferenciales de precios entre maíz blanco y amarillo	112
Cuadro 22	Precios de indiferencia del maíz por lugar de entrada y zona de consumo	113
Cuadro 23	Precios de maíz nacional e importado	113
Cuadro 24	Precios de garantía y concertados en pesos y dólares	114
Cuadro 25	Pagos del Procampo en términos reales, 1994-1997	117
Cuadro 26	Evolución de precios de insumos agrícolas en México, 1994-1996	118
Cuadro 27	Consumo de maíz por destino	120
Cuadro 28	Subsidios gubernamentales a la industria de harina de maíz	121
Cuadro 29	Crédito total para la agricultura en México, 1981-1996	125
Cuadro 30	Crédito a productores de maíz del sistema Banrural	125
Cuadro 31	Seguro agrícola por cultivos y ciclos, 1985-1995	126
Cuadro 32	Gastos totales nacionales y de investigación y desarrollo agrícola, 1988-1997	127
Cuadro 33	Proporción de la agricultura en los gastos públicos totales, 1980-1996	127
Cuadro 34	Países de la OCDE: Transferencias totales relacionadas con las políticas agrícolas	128
Cuadro 35	Volumen de producción de los principales cultivos en México, 1991-1996	130
Cuadro 36	Producción y superficie de cultivos de maíz por ciclos	132
Cuadro 37	Fuentes del crecimiento de la producción en Oaxaca, 1990-1995	133
Cuadro 38	Ventas totales de semillas híbridas	137
Cuadro 39	Potencial de semillas híbridas en las provincias agroecológicas de México	138
Cuadro 40	Inversión en infraestructura hidroagrícola, 1988-1997	143
Cuadro 41	Empleo agrícola, 1991 y 1995	146
Cuadro 42	Empleo agrícola, 1995 y 1996	147
Cuadro 43	Distribución por edades en la población agrícola, 1995	151
Cuadro 44	Superficie forestal total y sistemas forestales afectados por estado, 1994	158
Cuadro 45	Consumo doméstico de leña	160
Cuadro 46	Casos de intoxicación por exposición a plaguicidas	163
Cuadro A-1	Proporciones de tierras contra mano de obra, por cultivo y tipo de tierra	177
Cuadro B-1	Conjuntos de estados por características sociales y de la producción de maíz	180
Cuadro B-2	Análisis de grupos de estados: Migración y cuatro variables relacionadas de tipo socioeconómico y de producción de maíz	181
Cuadro B-3	Matriz de factores para la variable compuesta "estructura social y de producción de maíz"	182
Cuadro B-4	Probabilidades de migración de las variables	182

Siglas y acrónimos

Agroasemex	Compañía Mexicana de Seguro Agrícola
ANAGSA	Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera
ANEC	Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productos del Campo
Aserca	Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria
Cimmyt	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo
Cinvestav	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados
CIP	Control Integrado de Plagas
CNA	Comisión Nacional del Agua
CNG	Confederación Nacional Ganadera
Conasupo	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
ENE	Estadísticas Nacionales del Empleo
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FIRA	Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura
GATT	Acuerdo General de Aranceles y Comercio
IED	Inversión Extranjera Directa
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Inifap	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PIRC	Propiedad Intelectual Relacionada con el Comercio
Procampo	Programa de Apoyo al Campo
Pronase	Productora Nacional de Semillas
Pronasol	Programa Nacional de Solidaridad
Sagar	Secretaría de Agricultura y Ganadería
Secofi	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Sedesol	Secretaría de Desarrollo Social
TLC	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UPOV	Unión Internacional para la Protección de Especies Vegetales (<i>International Union for the Protection of Plant Varieties</i>)
WRI	Instituto de Recursos Mundiales (<i>World Resources Institute</i>)

Reconocimientos

El presente estudio fue realizado y redactado por Alejandro Nadal, profesor del Centro de Estudios Económicos y el Programa de Ciencia y Tecnología de El Colegio de México. El estudio se llevó a cabo en colaboración con los siguientes consultores: Rafael Ortega Paczka, de la Universidad Autónoma de Chapingo, Antonio Turrent, del Colegio de Posgraduados y el Inifap, Rocío Alatorre, del Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo (ISAT), y Carlos Salas Páez, del Programa de Ciencia y Tecnología de El Colegio de México. El autor desea agradecer a Marcos Chávez Maguey y a Francisco Aguayo por la ayuda prestada durante la investigación. El estudio original fue reorganizado y editado por el Secretariado de la CCA.

Se agradecen especialmente a Víctor Suárez, de la Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productos del Campo (ANEC), sus útiles comentarios, sugerencias y consejos, así como a los muchos productores del maíz y observadores del sector agrícola mexicano, quienes compartieron sus reflexiones en varias entrevistas con el autor.

Finalmente, el Grupo Asesor de Efectos del TLC proporcionó un valioso apoyo y retroalimentación en los puntos críticos del presente proyecto.

Resumen ejecutivo

Desarrollando el marco general de trabajo elaborado por el Proyecto Efectos del TLC de la Comisión para la Cooperación Ambiental, este estudio se propone analizar las implicaciones ambientales de la expansión del comercio y las inversiones en América del Norte bajo la influencia del TLC.¹ El maíz es cultivado en México por una amplia variedad de productores que operan bajo diversas condiciones agroecológicas, utilizando una amplia gama de tecnologías y con diversos impactos ambientales. El presente estudio se centra en varios conjuntos de cuestiones muy interrelacionadas, que se asocian con los efectos ejercidos sobre las dimensiones ambientales relevantes como consecuencia del comportamiento de los productores de maíz, en respuesta a fuerzas económicas y sociales desencadenadas o sostenidas por el TLC.

Hay indicios de que el maíz se originó en México central y occidental hace más de 7,000 años. Actualmente, el maíz es un alimento básico en la dieta del país y existen unas 25 variedades distintas reconocidas en México. Éstas también fueron importantes en el desarrollo de variedades modernas de alto rendimiento. El maíz se adapta bien a una amplia diversidad de condiciones climáticas y de suelos. Se cultiva en latitudes que van del ecuador a más de 50 grados y en altitudes que varían entre el nivel del mar y los 4,000 metros. Se cultiva tanto en tierras totalmente irrigadas como en condiciones semiáridas, y los ciclos de cultivo pueden variar de tres a doce meses. La producción mundial de maíz promedia unas 450 millones de toneladas (ton) métricas, una cuarta parte de la producción global de granos. El maíz es una importante mercancía en el comercio internacional y se espera que la demanda siga expandiéndose.

La producción de maíz blanco en México representa un 63 y un 66 por ciento de la producción agrícola total en términos de volumen y valor, respectivamente. También ocupa un 62 por ciento de la superficie cultivada total. Se calcula que entre 2.5 y 3 millones de productores están directamente relacionados con la producción de maíz blanco en México. Considerando el tamaño y promedio de los hogares rurales, hasta unos 18 millones de personas dependen de la producción de maíz para ganarse la vida.

Las consecuencias ambientales potenciales de la liberación del comercio implican un complejo conjunto de cuestiones, aunque la relación entre el maíz y el TLC sea directa. El capítulo VII del TLC estipula la conversión inmediata del sistema de aranceles del maíz en un sistema de cuotas tasa-tarifa que deberá completarse en un plazo de 15 años. México acordó una cuota inmediata libre de aranceles de 2.5 millones de ton métricas de maíz. La cuota libre de aranceles deberá expandirse a un interés compuesto del 3 por ciento anual a partir de 1995. Sin embargo, las importaciones de maíz desde Estados Unidos excedieron la cuota de importaciones sin arancel del TLC. Al mismo tiempo, los precios nacionales cayeron al nivel de los precios internacionales. A pesar de ello, la producción total de maíz en México se mantuvo y en algunos casos se incrementó.

Los patrones de producción y la actividad social son dos procesos a través de los que podrían reflejarse las reacciones ante la disminución de los precios. Los ingresos para los productores podrían originarse en actividades ajenas a sus parcelas, así como en la venta directa de productos agrícolas. Por consiguiente, la caída de los precios podría afectar los salarios reales en la misma medida en que cayera el precio del maíz. Dado que con frecuencia el hogar es la unidad crítica de análisis, las distintas opciones para la asignación de la mano de obra disponible son un importante componente de las decisiones para adoptar diferentes estrategias de

¹ Algunos estudios realizados antes del TLC intentaron estimar la dirección y magnitud de sus posibles efectos sobre los productores de maíz. Una revisión de algunos de estos estudios constituye el Anexo A.

producción. Esto es particularmente cierto cuando los miembros del hogar necesitan entrar en los mercados de mano de obra locales, regionales, nacionales o internacionales mediante la migración. Ésta no necesariamente significa el completo abandono de la producción de maíz, pero puede contribuir a un debilitamiento o deterioro de las instituciones sociales que, en muchos casos, apoyan los sistemas de producción. La migración está estrechamente relacionada con las estrategias de producción de los productores de maíz tradicionales.

Conforme los distintos grupos de productores de maíz se ajustan a la dinámica de los cambios en los precios, sus estrategias pueden ejercer importantes efectos ambientales. El presente estudio señala tres principales reacciones posibles de los productores de maíz mexicanos. Cada una de ellas comprende una serie de posibles alternativas tecnológicas relacionadas con las combinaciones de insumos y rendimientos que podrían constituir nexos cruciales para el medio ambiente. No todas estas estrategias están abiertas a todas las categorías de productores, y en algunos casos los productores podrían recurrir a combinaciones de las mismas. Estas estrategias, que podrían afectar al medio ambiente de modos muy distintos, son las siguientes:

1. Tendencia a modernizar el cultivo de maíz para enfrentar los desafíos planteados por las importaciones.
2. Sustitución del maíz por otros cultivos, ya sea en el sector de granos básicos o en otros sectores que incluyan la horticultura, los recursos forestales o ganaderos.
3. Continuar con la producción del maíz de modo tradicional para el autoconsumo.

Los siguientes párrafos destacan las cuestiones más importantes asociadas con el cambio en las estrategias de producción.

Modernización para afrontar los desafíos de la importación

La modernización de las técnicas y tecnologías de producción es una opción para un importante grupo de productores tanto de riego como de temporal. En general, la modernización implica adoptar y difundir tecnologías de producción intensivas en capital y técnicas que incluyen sistemas de irrigación (o condiciones lluviosas sumamente buenas y confiables), el uso de variedades mejoradas de polinización abierta (VPA) e híbridos, el uso intensivo de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) y el uso intensivo de tracción mecanizada.

En su mayor parte, las semillas mejoradas utilizadas en los esfuerzos de modernización son híbridos producidos en México por empresas privadas. Estas semillas pueden alcanzar rendimientos comparables con los de EU y, dentro de la actual estructura de precios, aseguran utilidades. Diversas categorías de productores en el México de hoy ya cuentan con acceso a estas tecnologías, o tienen la opción de modernizar y actualizar su capacidad productiva con el fin de competir con las importaciones de maíz.

Las implicaciones ambientales de tales cambios en la producción son muy variadas. Primero, gran parte de esta tecnología necesita uso intensivo de agua. Segundo, la calidad de los suelos puede ser afectada por residuos de pesticidas y fertilizantes² o por el uso intensivo de irrigación en el que los sistemas ineficaces de drenado pueden resultar en la salinización de los suelos. Tercero, la calidad de los suelos puede ser afectada por el labrado más intenso que acompaña a la modernización. Cuando la producción se realiza en laderas, puede agravar la erosión y la pérdida de suelos. Los efectos de la degradación de suelos sobre los rendimientos pueden ser compensados por un uso más intensivo de fertilizantes. Cuarto, las modernas técnicas de producción son adecuadas para el uso de variedades de alto rendimiento y semillas híbridas. Se demostró que el uso generalizado e intensivo de semillas de alto rendimiento produjo pérdidas de razas nativas y silvestres que crecen en las parcelas, causando erosión genética.

² La eliminación de subsidios para la compra de compuestos químicos podría alentar a los productores a adoptar un uso más racional de estos insumos.

Por otra parte, la modernización también puede tener lugar mediante el cultivo con mínimo arado o incluso sin arar. Esta práctica se expande en muchas zonas e implica significativos ahorros en costo de energía al reducir la dependencia de los tractores. Ciertamente, se informó que cuando se utilizan métodos sin arados se reducen en un 7 por ciento los costos de energía en la producción de maíz, con rendimientos tan altos o aún más elevados que la labranza convencional y los métodos de disco.³ Las técnicas mínimas o sin arados también reducen, y en algunos casos eliminan, la erosión de los suelos. Sin embargo, pueden implicar un mayor uso de plaguicidas que podría afectar la calidad de los suelos, aguas superficiales y mantos acuíferos. Cuando se elimina el arado secundario de escarda, se dejan estas hierbas para pudrirse al final de la cosecha, y se requiere de más herbicidas. Este proceso se ve agravado en tierras irrigadas donde la cobertura vegetal puede impedir el libre flujo de agua a través de los surcos de un campo arado. Combatir este problema y evitar el desperdicio de los escasos recursos hídricos podría requerir de mano de obra adicional.

Algunas prácticas como la intercalación o rotación de cultivos, el uso de cultivos como cubierta vegetal (que se dejan pudrir en los campos para utilizarse como abono) o el empleo de fertilizantes orgánicos son técnicas disponibles para casi todo productor. Sin embargo, dados los recursos necesarios para introducirlos, algunas no serían tan fáciles de instrumentar o podrían estar fuera del alcance de los productores. En el caso de las tecnologías modernas, los requerimientos de capital e información que implican las dejan fuera del alcance de un gran número de productores. Por ejemplo, es muy probable que las biotecnologías y su cada vez mayor difusión dominen la dirección de los cambios técnicos en la agricultura en el futuro. Queda la pregunta abierta de si la contribución de estas biotecnologías puede aprovecharse para un sistema de producción agrícola ambientalmente más adecuado, o si agravará las tendencias hacia un mayor uso de insumos sintéticos. En algunos casos, su aplicación comercial a corto plazo podría reducir la presión sobre el medio ambiente (menos productos químicos para combatir plagas de insectos) o podría mejorar la calidad del producto (por ejemplo con un mayor contenido de proteínas). En otros casos podría aplicarse bioingeniería a los cultivos para tolerar mayores dosis de plaguicidas (particularmente herbicidas).

La mayoría de las biotecnologías se incorporará en germoplasmas mejorados (semillas). No ocurrirán cambios significativos en las prácticas de producción y control, y la mayor parte de estas aplicaciones no tendrá un impacto significativo sobre el rendimiento. Las biotecnologías para aumentar los rendimientos deberán esperar a la capacidad de transferir complejas configuraciones de genes. Aunque algunas biotecnologías tienen el potencial para reducir el uso de los compuestos químicos agrícolas, se necesita de más información respecto a los componentes del paquete tecnológico. La experiencia de la “Revolución Verde” demuestra que los grandes avances tecnológicos más intensivos en capital pueden tener efectos secundarios económicos y sociales nocivos, y también producir una mayor tensión sobre el medio ambiente.

La modernización de la producción de maíz está más fácilmente disponible para los productores que ya trabajan con varias de estas tecnologías en regiones como el Bajío, en el centro de México, Jalisco, parte de Tamaulipas, el sur de Nayarit y los estados de Sinaloa y Sonora. Es también una opción para productores en otras zonas de México que operan en condiciones que incluyen suelos bien drenados y de buena calidad, sistemas de irrigación o suficientes lluvias, y acceso a las infraestructuras institucionales requeridas por la producción moderna, como el crédito, las redes de distribución y la asistencia técnica.

Sustitución del maíz y cambios en los patrones de uso del suelo

La sustitución de cultivos con el fin de aprovechar los cambios en la estructura de los precios relativos para el subconjunto de los productos agrícolas es una segunda opción abierta para los productores de maíz. Esto incluye el cambio de la producción de maíz a otros granos básicos (en particular forrajes), así como a la horticultura y la fruticultura. Algunos sugieren que los cultivos más intensivos en mano de obra representan el segmento de producción agrícola donde México tiene ventaja comparativa (Levy y Van Wijnbergen, 1992, 1995).

Los productores también pueden cambiar sus patrones de uso de suelo asignando más tierras para pastizales y plantaciones forestales, o aumentando sus periodos sin cultivos. La conversión de tierras de cultivo a pastizales y plantaciones forestales podría tener importantes implicaciones ambientales. Tanto la sustitución de cultivos a largo plazo como los cambios en los patrones de uso de suelos podrían resultar en la pérdida de la diversidad genética si el proceso ocurre en regiones en donde se utilizan variedades locales.

³ Raven *et al.* (1992, 701) estiman que, dados los índices de difusión de esta tecnología, para el año 2000 aproximadamente el 65 por ciento de la superficie de los cultivos en Estados Unidos será cultivada sin sistemas de arado.

Por otra parte, un cambio de la producción de maíz a la de otros granos (particularmente los de forraje, como sorgo o cebada) podría ejercer efectos ambientales positivos. En algunos casos, como en los cultivos de granos finos que no requieren cultivarse en hileras, podría reducirse la necesidad de utilizar arados o introducirse prácticas con un mínimo de maquinaria o sin ella. Algunos cultivos, como el sorgo, requieren menos agua por unidad de producción que el maíz.

Los requerimientos de capital y de tecnología para la diversificación de cultivos hortícolas de alto valor la hacen poco accesible para cualquier productor. Se calcula que los costos de producción en la horticultura son entre cinco y siete veces mayores que en la producción del maíz (FIDA, 1993, 93), y hay algunas evidencias de que las desigualdades sociales y económicas son aumentadas por la expansión de estos cultivos (Thrupp, 1995,70). También hay evidencias crecientes de que la producción de algunos cultivos no tradicionales para exportación implica costos ambientales que incluyen el uso más intensivo de insumos como agua y compuestos químicos, y que se extiende a cuestiones de salud humana asociadas con los trabajadores agrícolas y otras poblaciones expuestas.⁴ Además, el uso generalizado de plaguicidas de todo tipo puede resultar en el desarrollo de resistencia en las plagas, que necesitaría de la introducción o de un mayor uso de nuevos plaguicidas. El control integrado de plagas es una importante opción en este contexto, así como un mayor uso de métodos de producción orgánicos como los que ya fueron introducidos en el caso del café y el cacao.

En algunos casos, las tierras utilizadas para la producción de maíz podrían convertirse en campos de forraje o bosques. Los efectos ambientales de este cambio en el uso del suelo incluyen la posibilidad de la erosión del suelo por una alimentación excesiva de ganado, o pérdidas de terrazas y de variedades de maíz silvestres, particularmente donde se desarrollan plantaciones de una sola especie o donde se introducen especies ajenas. Sin embargo, algunos cambios en los patrones de uso del suelo podrían tener efectos ambientales positivos donde, por ejemplo, las tierras marginales anteriormente utilizadas para producción de maíz sean transformadas en plantaciones de árboles.

Agricultura de subsistencia y producción tradicional

Para un segmento de los productores de maíz, la modernización o sustitución de cultivos podría no ser una opción accesible; al mismo tiempo, les podría resultar imposible abandonar la producción de maíz. Este segmento está compuesto de campesinos que practican una agricultura de subsistencia⁵ o productores tradicionales que venden en los mercados, pero cuyas ganancias son extremadamente reducidas. La principal opción abierta para estos productores es mantener la producción del maíz en combinación con la utilización de otras fuentes de ingreso no agrícolas.

En algunos casos, los productores podrían migrar a centros locales, regionales o incluso internacionales, en donde buscarían empleo con el fin de compensar la pérdida de ingreso asociada con el abandono o la disminución de la producción de maíz. En estos casos, cuando la estructura demográfica se ve transformada y disminuye el suministro de mano de obra en comunidades que generan emigración, pueden quedar afectadas las tecnologías intensivas de mano de obra y disminuida la calidad del suministro de la mano de obra restante. Este proceso podría tener varios efectos ambientales, incluidas la inadecuada conservación de estructuras diseñadas para reducir la degradación de los suelos, la labranza, la selección y preservación de semillas y otros aspectos de la producción agrícola.

La estrategia familiar de los campesinos de subsistencia también podría basarse en otros métodos de generación de ingresos, incluida la cría de ganado caprino y ovino, que puede aumentar la presión sobre la tierra pues el sobrepastoreo podría eliminar la capa superior de los suelos y aumentar su vulnerabilidad a la erosión provocada por la precipitación pluvial. En algunos casos, prolongar los periodos de descanso de la tierra podría ser el resultado de esta estrategia, en la que el hogar se basaría más en fuentes de ingreso ajenas al trabajo agrícola que no dependieran de la capacidad de producir y vender maíz. Los efectos pueden ser positivos para tierras marginales dejadas en descanso, si se evita el sobrepastoreo.

⁴ Para un análisis completo, véase Thrupp (1995).

⁵ En el caso de los campesinos de subsistencia, las necesidades inmediatas de dinero en efectivo son satisfechas mediante pequeñas ventas del maíz almacenado de la cosecha anterior. Este proceso hace más confusa la diferencia entre productores de subsistencia, en un sentido estricto, y los pequeños productores que también venden en los mercados.

Si el segmento del sector productor de maíz que vende a mercados locales o regionales se ve desplazado por importaciones, y si la entrada al sector hortícola no es posible, podrían disminuir las oportunidades de empleo rural. Esto daría como resultado que la economía familiar ejerciera más presión sobre recursos como la tierra.

El presente estudio indica que los cambios en los procesos de producción, las tecnologías, la organización social y los impactos ambientales están estrechamente relacionados y son interdependientes. Los impactos ambientales generalmente incluyen, entre otros, los efectos de insumos agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes, que pueden pasar a las aguas superficiales, a los mantos acuíferos y a la atmósfera. Los dos aspectos que resaltan como cruciales en este análisis son la calidad de los suelos (fertilidad a largo plazo, pérdida de humus y erosión) y la pérdida de recursos genéticos.

Respecto a la calidad de los suelos, son cuestiones importantes la pérdida de humus, los distintos grados de erosión, la reducción de fertilidad, la salinización y la acumulación de residuos agroquímicos. La erosión provocada por el viento y por el agua afecta a una proporción significativa de la tierra cultivable de México. El TLC por sí mismo no es causante de erosión. Sin embargo, las fuerzas liberadas por el régimen del TLC en relación con el maíz podrían ser un factor que contribuyera a acelerar estas tendencias, particularmente en regiones donde existe una producción de maíz modernizada. Entre 1990 y 1995, los datos oficiales muestran que ha habido una tendencia a expandir la superficie cultivable a medida que se reducían los rendimientos por hectárea, lo que indica el uso de tierras marginales.

La diversidad genética en México es la segunda dimensión ambiental crucial del presente estudio. En ninguna parte del mundo es tan grande el espectro de las variedades de maíz como en México, y en ninguna parte está tan entrelazado con la vida social y económica de la población. El germoplasma mexicano se encuentra en muchas variedades de maíz en todo el mundo en vías de desarrollo, y no debe subestimarse su importancia.

Los productores mexicanos que utilizan tecnologías tradicionales para el maíz en las tierras de temporal se basan mucho en la diversidad genética para sus estrategias de supervivencia, sembrando distintas variedades de semillas de maíz. Estas variedades tienen una correlación negativa con los cambios en la precipitación, humedad, patrones climáticos, plagas, vientos, bajo contenido en nitrógeno o suelos ácidos. Su uso combinado y su asociación con otros cultivos les permite, en cierta medida, asegurar las cosechas frente a la incertidumbre.

Estas decisiones de producción implican significativos requerimientos de información en lo que se refiere a relaciones entre características de las semillas, suelos, climas, aspectos topográficos y riesgos de plagas. Esta información se ha transmitido oralmente de generación en generación. Si hay presiones económicas en poblaciones que utilizan estas estrategias y que las obligan a migrar o vender su mano de obra a otros productores, o a realizar actividades no agrícolas, esta información se perdería gradualmente, lo que representaría un aspecto social de la erosión genética.

La erosión genética derivada de los procesos sociales ocurre desde mucho antes de iniciarse el TLC, aunque, nuevamente, el presente estudio indica que los procesos relacionados con los cambios en el sector maicero podrían influir. La erosión genética debida a las variedades de semillas de alto rendimiento (SAR) aún no se ha extendido, pues tradicionalmente las SAR no han logrado competir con los maíces criollos locales en regiones donde los productores se basan en distintas variedades como parte de sus estrategias de supervivencia. Esto se debe a las condiciones heterogéneas de calidad de suelos, de aguas y de regímenes climáticos, así como a plagas locales y otras variables, que afectan negativamente el desempeño de las SAR. Por consiguiente, la amenaza más importante a la diversidad genética proviene de la organización social.

Sin embargo, otra amenaza para la diversidad genética podría ser la modernización de la producción del maíz mediante el uso de cultivos transgénicos, que se desarrollan mediante técnicas de ingeniería genética. Estas técnicas no crean nueva información genética, y sólo pueden manipular el material ya existente. En el mercado de EU ya aparecieron muchas semillas de maíz nuevas creadas con bioingeniería, y posiblemente serán utilizadas por los productores modernos de este grano en México. En México hay señales de que el material genético ajeno podría diseminarse de las plantas desarrolladas mediante bioingeniería a las

especies silvestres más importantes del maíz, *teosintle* y *tripsacum*. Con el tiempo, esta transferencia de material genético podría desembocar en la extinción de la subpoblación de *teosintle*, cuya estructura genética es valiosa y podría aumentar la resistencia a la presión del calor, sequías, inundaciones, enfermedades de follaje y plagas.

La siguiente matriz destaca algunas de las relaciones entre diversas opciones de producción y el medio ambiente. No es un sustituto ni un resumen completo del contenido del análisis, y no puede captar la dinámica del proceso o la forma en que están interrelacionadas las distintas respuestas.

La primera columna es una lista de las tres principales reacciones de producción, y otras posibles reacciones importantes, de los productores del maíz; las siguientes cuatro columnas presentan algunos aspectos ambientales asociados con estas decisiones. El conjunto amplio de estrategias económicas cambiantes puede verse acompañado por el complejo conjunto de cambios técnicos relacionados con las distintas etapas de la producción.⁶ Estos cambios técnicos podrían incluir un uso más eficiente de los recursos hidráulicos, un uso más racional de insumos químicos y mejores prácticas para la conservación de la calidad de los suelos (tales como terrazas de paredes vegetales y cultivo en callejones, o prácticas de uso mínimo de maquinaria). Éstas también podrían incluir una reducción en el empleo de plaguicidas químicos (como los sistemas de control integrado de plagas). Pero también podrían implicar una mayor presión ambiental.

Aunque es posible disponer de estas alternativas técnicas, podrían no ser opciones factibles, dependiendo de sus combinaciones particulares de insumos y los cambios en los precios relativos. En algunos casos, los productores pueden seguir basándose en tecnologías tradicionales, con poca o ninguna modificación. Esto se aplica tanto a productores modernos con uso intensivo de capital como a productores tradicionales del maíz, sector en el que se observan señales de deterioro de la base tecnológica.

⁶ Algunos de los cambios identificados en este párrafo se relacionan con tecnologías que se remontan a hace varias décadas.

Matriz de cambios en las estrategias productivas y vínculos con el medio ambiente

Reacciones	Consecuencias ambientales			
	Suelos	Aguas	Agroquímicos	Recursos genéticos
Modernización de la producción de maíz	Arar más intensivamente las tierras en laderas puede aumentar la erosión. Técnicas de conservación disponibles: no utilización de maquinaria, técnicas vegetativas.	Aumento en el uso del agua, pero también un posible uso más eficiente (irrigación por goteo, mayor eficiencia en el uso).	Un mayor uso de insumos agroquímicos en tecnologías modernas. Efectos negativos en la salud de los trabajadores; acumulación de residuos. El no arar implica un mayor uso de plaguicidas, pero es posible el CIP.*	Es posible cierta erosión genética (EG), pero la mayor parte de ésta ya ocurrió por los híbridos/VPA.
Persistencia de la producción de maíz con métodos tradicionales	El uso extensivo de tierras marginales o de baja calidad aumenta la erosión. La mayor parte de esta producción ocurre en regiones con mayor precipitación.	La mayor parte de este tipo de producción de maíz es de temporal. Con presiones económicas, pueden utilizarse pocos recursos (o ninguno) para un mejor uso del agua.	Cierto uso de fertilizantes y plaguicidas. Reducción de índices de uso al aumentar los precios.	Hay mayor posibilidad de EG si el grupo de productores pobres desaparece o continúa funcionando bajo presión económica. Ya se inició la pérdida de recursos genéticos.
Sustitución de cultivos (horticultura, otros granos)	El riesgo de la erosión puede aumentar donde los cultivos necesitan de un trabajo de arado más intenso, lo que produce más daños en tierras en laderas.	La mayor parte de los cultivos de horticultura son más intensivos en riego. Algunos granos (sorgo) son menos intensivos en agua. En los procesos intensivos en capital existe cierto potencial para un uso más eficiente de los recursos hidráulicos.	La mayor parte de los cultivos de horticultura son más intensivos en agroquímicos. Hay riesgos de acumulación de residuos. También hay un riesgo grave de efectos negativos en la salud de los trabajadores.	Podría ocurrir EG en algunas regiones, pero posiblemente la mayor parte de la EG de este tipo ya ocurrió.
Cambios en el uso de suelo (ganadería, plantaciones de árboles)	Reduce el riesgo de erosión en tierras marginales, a menos de que haya sobrepastoreo.	La mayor parte de estos cambios en los patrones de uso de suelo ocurre en tierras de temporal.	Hay un cierto uso de agroquímicos, pero no lo suficientemente intenso para significar una amenaza grave para el medio ambiente.	Los patrones de monocultivos amenazan la biodiversidad.
Reasignación de recursos domésticos y cambios en la organización social	Los periodos de descanso más prolongados reducen la erosión, pero podrían revertirse por el sobrepastoreo. La migración reduce la capacidad doméstica** y de las comunidades para mantener la infraestructura de conservación de la tierra.	La migración reduce la oferta de mano de obra calificada y puede disminuir la capacidad de mejorar el uso de los recursos hidráulicos.		La perturbación de la organización social afecta la capacidad de mantener un adecuado control de los recursos genéticos.

* CIP, Control Integrado de Plagas.

** En esta matriz no se incluyen importantes implicaciones ambientales humanas derivadas de cambios en las propiedades nutritivas de las tortillas hechas con harina de maíz industrializada en vez de harina homogeneizada o de nixtamal. Otro aspecto que no se muestra, pero se examina en el estudio, se relaciona con los patrones de consumo de energía. La producción modernizada de maíz es más intensiva en energía, pero los niveles agregados de consumo energético en la producción de maíz en México son sumamente reducidos.

I. Introducción

Instrumentando el marco general de trabajo elaborado por el Proyecto Efectos del TLC de la Comisión para la Cooperación Ambiental, el presente estudio analiza las implicaciones ambientales de la expansión del comercio y las inversiones de América del Norte bajo las condiciones del TLC. El alcance es por sectores, concentrándose en la producción de maíz blanco (*Zea mays*) en México. Otras variedades (como la amarilla y la morada) serán incluidas en el análisis en tanto que afecten la dinámica de la producción del maíz blanco.

El maíz es el alimento básico en la dieta de los mexicanos. En 1996, la producción de maíz blanco en México representó el 63 por ciento en volumen y el 66 por ciento en valor en la producción agrícola total del país. Se estima que de 2.5 a 3 millones de productores están directamente relacionados con la producción de maíz blanco en México. Con base en el tamaño promedio de los hogares rurales, entre 15 y 18 millones de personas dependen de la producción de maíz para ganarse la vida.

La producción mundial de maíz promedia los 450 millones de toneladas (ton) métricas, una cuarta parte de la producción global de granos. El maíz es un producto sumamente importante en el comercio internacional, y se espera que la demanda siga creciendo. La importancia del maíz en México no debe subestimarse. Las evidencias muestran que el *Zea mays* se originó en las regiones central y occidental de México hace más de 7,000 años. Hoy en día existen 41 razas distintas y varios cientos de variedades reconocidas en México, lo que lo hace el centro mundial de la diversidad genética del maíz. Ciertamente, el maíz mexicano desempeña un importante papel en el desarrollo de las modernas variedades mejoradas de polinización abierta e híbridos de alto rendimiento que son muy útiles en la conservación de la oferta mundial de alimentos.

La liberalización comercial y los procesos que se derivan de ésta han tenido efectos sobre el sector maicero. A su vez, este sector tuvo efectos inmediatos y amplios en muchos aspectos del aire, agua, tierra y biota que forman el medio ambiente de América del Norte. El objeto del estudio ayuda a desarrollar el marco general de trabajo al descubrir los efectos sobre estas dimensiones ambientales principalmente porque examina las pautas de cambio de la política gubernamental, la producción, las tecnologías y la organización social, que no son analizados tan detalladamente en otros estudios del tema.

El análisis se centra en varias prácticas agrícolas que se utilizan desde hace mucho tiempo, tales como la rotación de cultivos, los cultivos intercalados o el arado en contornos, que podrían ser o no adoptados por los productores de maíz. Busca determinar la medida en que estas prácticas ambientalmente adecuadas pudieran generalizarse o abandonarse conforme avance la liberalización comercial. Además, el estudio aspira a analizar las implicaciones de las innovaciones en los procesos agrícolas, en tanto estén relacionadas con la producción del maíz. El potencial favorable de prácticas como el uso mínimo o nulo de maquinaria, el control orgánico de las plagas, las tecnologías de conservación de agua o algunas de las biotecnologías más recientes, son examinadas en relación con las cuestiones planteadas en el análisis. La investigación también busca analizar los efectos de la tecnología y los flujos de inversiones que podrían mitigar los problemas existentes o prevenir que surjan otros nuevos.

Los principales argumentos del presente estudio provienen del Marco General de Trabajo sobre Efectos del TLC (Fase II). El capítulo II proporciona el contexto ambiental, económico, social y geográfico del tema. El capítulo III describe los principales cambios institucionales y reglamentarios del TLC que afectan el sector maicero. Luego analiza los flujos comerciales en el sector. En tanto que otras fuerzas económicas también han sido importantes, fue claro el impacto del TLC en este sector. El capítulo IV examina los principales vínculos de estos patrones cambiantes de comercio con el medio ambiente natural a través de la producción, el control y la tecnología, la infraestructura física, la organización social y la política gubernamental. Esta sección se concentra en las tendencias de las reacciones de los productores de maíz frente al cambio en las señales económicas, incluidas aquellas que provienen de la política gubernamental. Subraya la relación entre estas estrategias económicas cambiantes y las condiciones tecnológicas y agroecológicas bajo las que opera el mercado. También examina con cierto detalle la relación crucial de la “organización social”, poniendo énfasis en las consecuencias de la migración y la reasignación de recursos en el ámbito comunitario y doméstico. El capítulo V examina luego las presiones ambientales asociadas con las tendencias sociales y de producción que se identificaron. Estas tensiones ambientales están relacionadas con la tecnología utilizada en la producción de maíz, y se asocian principalmente con el manejo de suelos y los recursos genéticos.

II. El tema en sus contextos ambiental, económico, social y geográfico

A. El contexto ambiental

Tan sólo por su tamaño, la producción de maíz ejerce un gran impacto sobre el medio ambiente en México en general. En 1996 se cultivaba maíz en el 62 por ciento del total de las tierras cultivadas en México, el mayor porcentaje de tierra dedicada a un solo cultivo. La presente sección identifica los aspectos ambientales relacionados con la agricultura en general y el maíz en particular, y no se presentan como efectos de proceso asociados con el TLC. Los nexos entre la producción del maíz y el entorno natural son numerosos y complejos. Incluyen, entre otros, los efectos de insumos agroquímicos como los plaguicidas y fertilizantes (que pueden ser transportados por aguas superficiales y mantos freáticos, así como por la atmósfera); fertilidad de suelos a largo plazo; pérdida de humus y erosión, y el desgaste de los recursos genéticos.

1. Aire

Los agroquímicos, como los plaguicidas, pueden implicar riesgos para la salud humana, animal y vegetal, en especial si no se utilizan apropiadamente. Desde la perspectiva de la salud humana, las investigaciones recientes indican que los efectos de la exposición son particularmente nocivos para el sistema inmunológico, disminuyendo la capacidad de los individuos a resistir o evitar enfermedades infecciosas y parasitarias (Repetto y Baliga, 1996). Sus efectos no están limitados a poblaciones directamente expuestas, porque pueden ser transmitidos a grandes distancias a través de la atmósfera, entrar en los ciclos hidrológicos y acumularse en los suelos.

El uso de agroquímicos para la producción de maíz en México varía significativamente de una región a la otra. El primer modo en que los plaguicidas afectan la calidad del aire y, a través de ésta, otros medios ambientales, es por el rociado al aire. La aplicación de plaguicidas generalmente se realiza por uno de estos tres métodos: rociar los campos desde aviones a baja altura, con bombas arrastradas por tractores o por rociadores cargados por trabajadores individuales.

La aplicación mediante aviones que vuelan a baja altura puede exponer más gravemente a las poblaciones humanas.⁷ La exposición a los plaguicidas es elevada para las personas que viven cerca de campos agrícolas. La exposición también puede ser alta en el caso de los trabajadores individuales que cargan rociadores a la espalda y no cuentan con ropas protectoras adecuadas o no las usan apropiadamente.

No se cuenta con información confiable sobre las técnicas de rociado de plaguicidas en la producción de maíz en México. Los costos asociados con el rociado hacen que este método sea disponible únicamente para los productores con gran solvencia económica. En algunos casos es más efectivo utilizar fórmulas granulares de insecticidas colocadas directamente sobre el verticilo de la planta. Esto transforma la aplicación de plaguicidas en una labor intensiva en mano de obra, donde la tarea del rociado se realiza mejor a pie, poniéndola directamente sobre las partes afectadas o vulnerables de la planta. Este tipo de aplicación es la más efectiva para combatir las plagas que atacan al maíz en México.⁸ La aplicación requiere de rociado localizado, utilizando cuadrillas de trabajadores que caminan por los surcos de los cultivos, optimizando los efectos de los compuestos químicos, pero exponiendo a los trabajadores a plaguicidas tóxicos.

⁷ Por ejemplo, en el valle de Culiacán, este método de aplicación es común, y se calcula que la población en los campos vecinos es de unas 200,000 personas. Bajo condiciones normales, el desplazamiento puede reducirse a un 10 por ciento del plaguicida rociado. Pero bajo condiciones adversas, el desplazamiento puede alcanzar niveles de hasta 95 por ciento (Wright, 1990) produciendo desechos y contaminación que significan un riesgo para la salud.

⁸ En casos como el pintón del maíz del suroeste (*Diatraea grandiosella*) o el gusano de otoño (*Spodoptera frugiperda*), la localización es más importante (Ortega, 1987). Durante algunas etapas de su ciclo vital, las larvas de estos insectos pueden alojarse dentro del tallo de la planta o penetrar profundamente en el verticilo.

Los impactos dependen del pesticida utilizado. La Secretaría de Agricultura de México recomienda una serie de plaguicidas para ser utilizados en la producción de maíz, aunque algunos son considerados peligrosos por la Secretaría de Salud (Alatorre, 1997). En los valles de Culiacán y San Quintín (respectivamente en los estados de Sinaloa y Baja California) predominan los plaguicidas no persistentes.⁹ Aunque estos compuestos tienen vidas medias más breves en general, son más tóxicos que los plaguicidas persistentes.¹⁰

Una segunda forma en que la producción de maíz puede afectar la calidad del aire es mediante el uso de la energía. El Cuadro 1 proporciona datos sobre el consumo de energía en el sector agrícola en general, en comparación con otros sectores económicos en México. Estos datos demuestran que la agricultura en México es una consumidora de energía relativamente baja en comparación con otros grandes sectores, y que entre 1988 y 1995 se redujo el consumo energético en la agricultura, indicando el estado relativamente deprimido de ese sector durante aquellos años. Además, esta información agregada no refleja con precisión el consumo de energía en los hogares que utilizan leña para propósitos domésticos.

Cuadro 1 Consumo de energía por sector económico

(10 ¹⁵ cal/año)				
Sector	1988	% del total	1995	% del total
Agricultura (incluye ganadería)	25.554	3.0	23.562	2.4
Residencial, comercial y pública	174.950	20.5	202.482	20.6
Transporte	269.565	31.6	353.639	35.9
Industria y minería	269.007	31.3	328.345	33.4
Petroquímico, Pemex	88.789	10.4	64.679	6.6
Otros sectores	26.132	3.1	11.063	1.1
Total	851.997	100.0	983.770	100.0
Consumo relativo de energía (petacalorías por mil millones de pesos del PIB sectorial)				
Sector	1995			
Agricultura (incluye ganadería)	0.318			
Residencial, comercial y pública	0.313			
Transporte	3.184			
Industria y minería	1.096			
Economía mexicana total (petacalorías por mil millones de pesos del PIB)	0.799			

Fuentes: El sector energético de México, INEGI, 1994. Balance Nacional. Energía, 1995. Sec. de Energía, 1997. Informe de Gobierno 1997. E. Zedillo.

⁹ Tales como organofosfatos que incluyen *parathion*, *methamidophos*, *guthion*, *malathion*; carbonatos tales como *aldicarb*, e insecticidas de hidrocarburos clorados como el *endosulfán*.

¹⁰ Las variedades no persistentes sustituyeron a las persistentes porque estas últimas pueden acumularse una vez que se liberan al medio ambiente y permanecen ahí durante años (o incluso decenios). Por consiguiente, también podrían acumularse a través de las cadenas tróficas en ciertas especies, causando enfermedades crónicas y perturbaciones reproductivas. Los persistentes (como el DDT) tienen menos probabilidades de causar efectos negativos inmediatos a la salud a partir de las cantidades que aparecen en los campos agrícolas. Pero sus vidas medias más prolongadas los hacen particularmente difíciles de controlar. Los plaguicidas no persistentes son más agudamente tóxicos para la salud humana y animal. En comparación con el insecticida persistente de uso más común (DDT), el no persistente de uso más común (*parathion*) significa una amenaza inmediata mayor para los trabajadores que lo mezclan, para los que lo aplican, para quienes trabajan en el área y para los residentes rurales (Wright, 1990).

2. Agua

La producción del maíz también ejerce un gran impacto sobre el uso de los recursos hídricos. La agricultura y la producción ganadera se llevan a cabo en aproximadamente 46.5 millones de hectáreas (ha), de las cuales 27 millones se utilizan en la producción ganadera extensiva, y 19.5 en la agricultura de cultivos. De la tierra cultivada, aproximadamente 5.4 millones de ha son de riego. La irrigación proporciona la base para todos los cultivos de exportación, que incluyen trigo, alfalfa, soya, algodón y horticultura (Turrent, 1997). El 26 por ciento de la producción total del maíz se efectúa en tierras de riego. Esto representa el 13 por ciento de la superficie total en México dedicada a la producción del maíz (Cuadro 2). Sin embargo, dado el volumen del maíz producido en México, es el cultivo de riego más importante. El 74 por ciento restante de la producción se realiza en tierras de temporal.

La precipitación pluvial proporciona el 85 por ciento del agua utilizada en México, y los mantos acuíferos subterráneos significan el 15 por ciento restante. México recibe 1,530 kilómetros cúbicos de agua anuales en precipitación pluvial (véase Gráfica 1). Aproximadamente el 27 por ciento de estas aguas se drena a los océanos a través de los sistemas fluviales de México. La infraestructura hidráulica (para todos los usos, incluida la agricultura) capta el 9.6 por ciento de la precipitación pluvial total. En 1980 existían 31 kilómetros cúbicos de aguas subterráneas renovables, y 110 kilómetros cúbicos adicionales de aguas subterráneas fósiles.¹¹

Cuadro 2 Proporción de principales cultivos con sistemas de riego

Cultivo	Superficies cultivadas		% de producción obtenida de superficies irrigadas
	De riego*	De temporal*	
Maíz	1,008	6,703	26
Trigo	841	264	89
Sorgo	581	1,091	49
Frijol	274	1,927	33
Alfalfa	262	8	96
Soya	252	64	87
Caña de azúcar	244	399	42
Algodón	185	33	91
Horticultura	N.D.	N.D.	80

* Miles de hectáreas.

Fuente: FIDA (1993) con datos de la SARH y la Comisión Nacional del Agua.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) calcula que los mantos acuíferos reciben aproximadamente 31 mil millones de metros cúbicos de agua por año. Este dato se compara favorablemente con los 26 mil millones de metros cúbicos que se extraen cada año para todo tipo de usos. Por consiguiente, en el nivel nacional los mantos acuíferos se recargan aun si algunos están sobreexplotados local o regionalmente.

La distribución de agua en todo el país es irregular. El 63 por ciento de los recursos hídricos totales de México se localiza en tan sólo ocho estados.¹² La infraestructura hidráulica para el riego está concentrada en los estados que representan el 37 por ciento de la precipitación pluvial total. La tierra irrigada para cultivos está concentrada en la costa norte y central del Pacífico de México, y en el centro del país. Estas dos regiones representan más del 80 por ciento de las tierras de riego, más del 70 por ciento de la población del país y el 19 por ciento de la precipitación pluvial total.

El consumo anual de agua total en México excede los 171.5 mil millones de metros cúbicos. El Cuadro 3 indica la distribución de este consumo. El uso total de agua en la agricultura de riego es superado en importancia únicamente por la hidroelectricidad, que representa más de un tercio del consumo total de México.

¹¹ Actualmente, el 73 por ciento del territorio mexicano ha sido explorado con detalle en busca de mantos freáticos.

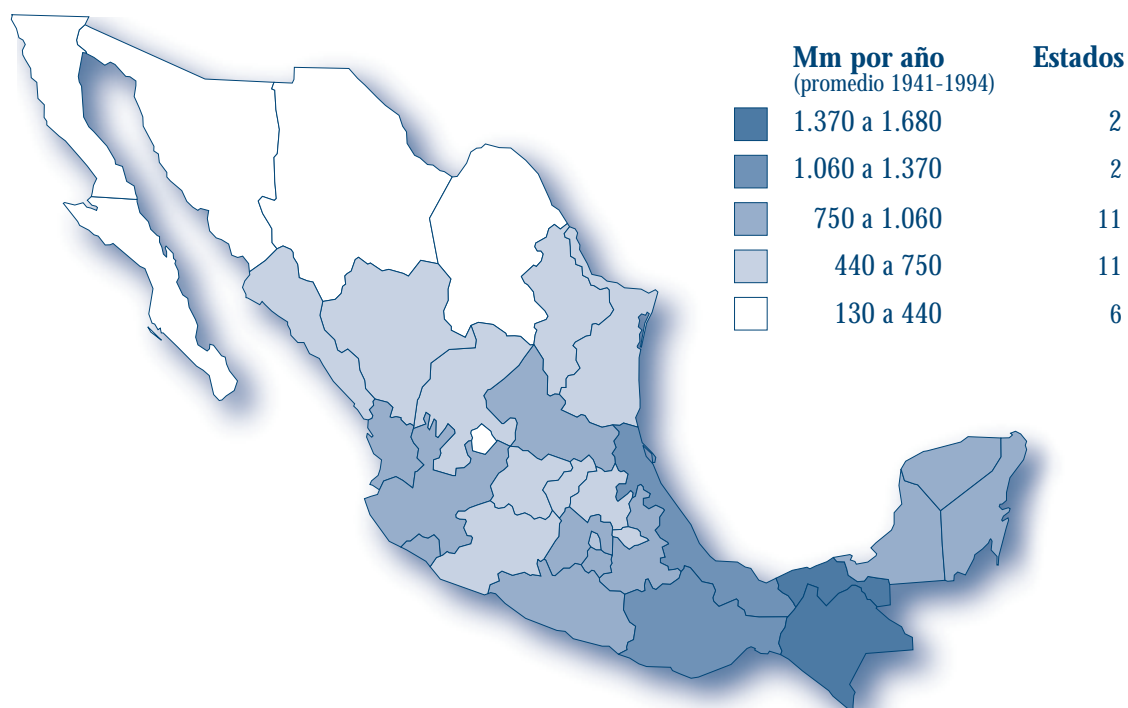
¹² Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca y Guerrero.

Cuadro 3 Distribución del consumo total de agua en México

Uso del agua	Metros cúbicos (miles de millones)	Porcentaje
Energía hidroeléctrica	92.6	54
Riego agrícola	65.1	38
Usos industriales	5.1	3
Usos domésticos	8.5	5

Fuente: Turrent (1997)

Gráfica 1 Precipitación anual



Fuente: Estadísticas del medio ambiente, INEGI.

Los datos de la CNA en 1990 (en FIDA, 1993) indican que de un total de 294 zonas hidrológicas, 197 están sobreexplotadas. Por consiguiente, el 67 por ciento de los mantos acuíferos no son reabastecidos al mismo ritmo con que se agotan. La situación es particularmente aguda en los estados del norte y el centro de México con altas densidades de población y donde está concentrada la producción de maíz de riego.¹³ Los mantos acuíferos sufren de una contaminación cada vez mayor, como también los cuerpos de agua superficiales.

3. Tierra

La calidad de los suelos y la pérdida de humus son importantes cuestiones asociadas en general con la agricultura, y específicamente con el maíz. En México se calcula que más del 70 por ciento del total de las tierras cultivables son afectadas en alguna medida por la erosión causada por el agua y el viento. Gran parte de la agricultura en México ocurre en laderas destinadas a actividades de arado convencionales, no propicias para la conservación de los suelos o la prevención de la erosión.

¹³ También está aumentando la profundidad media de los pozos: la actual es de 66 metros, en comparación con un promedio de entre 15 y 20 metros en la década de los cuarenta, y de 40 metros en los años setenta.

La erosión inducida por la lluvia prevalece más en las regiones tropicales del sur de México, porque la precipitación más intensa coincide con pendientes más empinadas y el deslave es mayor. En el norte semiárido hay menos precipitación y menos deslave, pero también menos cubierta vegetal y suelos menos profundos. Es de importancia crucial la capacidad de detener la erosión introduciendo prácticas de cultivo que frenen o impidan la pérdida de humus.

Existen estadísticas sobre tres niveles distintos de intensidad de erosión en México, pero el grado de detalle proporcionado por esta información es inadecuado.¹⁴ Sin embargo, se cuenta con suficiente información, como lo indica el Cuadro 4, para determinar que en algunos casos la erosión es grave y ocurre desde hace años.

Los estudios indican que los índices de erosión en muchas regiones de México son más elevados que los índices de formación de suelos.¹⁵ Por ejemplo, un estudio de laderas con cultivos de maíz en la región de Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz, revela que la pérdida de suelo alcanza las 43 ton métricas por hectárea al año, cantidad dos o tres veces superior al ritmo de formación del suelo (Turrent, 1997). En el norte de Veracruz se registraron ritmos de pérdida que alcanzan las 100 ton métricas por hectárea al año (*ibid*).¹⁶

Las características de los suelos afectan la retención de nutrientes.¹⁷ En superficies planas con cultivos de temporal, el principal problema es la pérdida del segmento arable del “horizonte A” (que contiene la concentración de material orgánico) y la formación de terrones (bloques compactos de tierra de tamaños y formas irregulares). Este proceso contribuye a una disminución en la productividad del suelo, y los costos asociados con impedir y revertir el daño son altos.

En superficies planas irrigadas, el principal problema es la salinización debida a la evapotranspiración. Actualmente se calcula que cuando menos 560,000 ha de tierras de riego (aproximadamente un 10 por ciento de todas las tierras irrigadas) están afectadas por la salinización. Cuando las plantas ya no pueden tolerar el nivel de salinización, la tierra debe abandonarse. Este problema puede mitigarse si se descargan las sales a niveles de suelo inferiores mediante un mayor uso de agua, aunque esto no es práctico en los lugares donde el agua es escasa. Pueden incorporarse en los sistemas de riego la tecnología e infraestructura necesarias ante un drenado deficiente de sales, aunque el alto costo de estos sistemas ha obstaculizado su desarrollo y utilización (Turrent, 1997).

La acidificación es otra cuestión asociada con la calidad de suelos en la agricultura mexicana. La acidificación se produce por el uso de sulfato de amonio como fuente de nitrógeno en suelos con arcillas de bajo nivel de actividad y estratos poco básicos.

¹⁴ El Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México prepara actualmente un mapa nacional de los riesgos geomorfológicos. Se cuenta con algunas cifras agregadas y existen estudios aislados de algunas localidades, con medidas específicas de índices de erosión o pérdidas de humus.

¹⁵ Pueden identificarse indicadores indirectos de pérdida de humus en el cieno en presas y canales de drenado e irrigación.

¹⁶ Los índices de erosión del suelo de esta magnitud pueden exceder los de formación del mismo en una proporción aún mayor si los índices de formación del suelo son más lentos. Según Pimentel, Allen *et al.* (1993, 278), en la mayoría de las principales regiones agrícolas del mundo, los índices de formación de suelo son de 1 ton/ha/año. Un estudio en la región de La Frailesca, en el estado de Chiapas, indica que bajo las condiciones de labranza convencional para cultivo de maíz, los índices de erosión exceden en más del 6 por ciento los límites permisibles de pérdida de suelos para laderas (Villar Sánchez, 1996).

¹⁷ Se está haciendo un intento para examinar la severidad de la pérdida de fertilidad en distintas regiones de México, como función de los tipos de suelo, con datos del INE y el Instituto de Geografía de la UNAM.

Cuadro 4

Superficie afectada por distintos grados de erosión

Estado	I*	II	III	IV	V
Chihuahua	4,250,231	13,187,688	2,108,766	680,766	20,277,667
Sonora	2,507,527	10,869,618	3,254,781	166,168	16,798,094
Baja California	1,146,032	2,363,691	1,790,675	859,524	6,159,922
Baja California Sur	1,014,510	2,173,950	2,029,020	1,159,440	6,376,920
Durango	4,078,912	5,511,612	862,760	298,395	10,751,679
Zacatecas	2,056,712	367,270	3,085,068	1,469,080	6,978,130
Sinaloa	1,169,760	1,111,272	1,228,248	1,169,760	4,679,040
San Luis Potosí	1,666,464	2,810,533	575,241	31,947	50,084,185
Tamaulipas	796,020	2,388,060	1,353,234	1,194,030	5,731,344
Nuevo León	1,692,678	1,497,369	2,734,326	325,515	6,249,888
Coahuila	1,654,345	4,662,315	6,918,170	1,503,950	14,738,780
Jalisco	81,058	1,459,044	4,133,958	567,406	6,241,466
Nayarit	1,218,851	607,053	76,152	6,574	1,908,630
Colima	20,820	88,485	223,815	62,460	395,580
Aguascalientes	82,290	192,010	109,720	137,150	521,170
Michoacán	1,911,980	2,246,810	440,958	—	4,599,748
Guerrero	1,978,402	2,500,379	559,695	—	5,038,476
México	919,140	611,436	28,430	6,642	1,565,648
Guanajuato	505,825	873,749	382,783	217,894	1,980,251
Oaxaca**	1,413,165	2,724,220	1,844,220	2,026,330	8,007,935
Veracruz	3,461,667	96,339	1,806	945	3,560,657
Puebla	1,922,848	850,584	357,243	131,463	3,262,138
Tlaxcala	70,645	209,207	77,346	9,596	366,974
Morelos	293,193	109,724	13,487	—	476,404
Hidalgo	746,188	669,937	147,917	19,799	1,583,841
Chiapas	2124,444	447,407	64,284	—	2,636,135
Campeche	2,038,080	917,136	305,712	203,808	3,464,736
Quintana Roo	1,913,000	503,500	251,750	755,750	3,424,000
Tabasco	886,795	380,055	126,686	350,055	1,763,590
Yucatán	192,540	1,193,748	192,540	1,694,352	3,273,180
Distrito Federal	61,757	11,877	1,380	—	75,014
Querétaro	332,805	312,926	287,681	15,910	949,322
Total	44,208,684	63,949,004	35,567,852	15,064,709	203,920,364

Hectáreas.

* Grado de erosión de los suelos: I Erosión superficial; II Erosión moderada; III Erosión acelerada; IV Erosión total; V Erosión total, por estado.

** Oaxaca: La cifra de la columna II se obtuvo como residual de las demás.

Fuente: INEGI, Estadísticas del medioambiente, México 1994, Cuadro IIA.4.8

4. Biota

El cultivo de maíz en México ejerce un importante impacto en la biodiversidad global y de América del Norte. Gran parte de la evolución genética de las variedades de maíz ocurrió en México.¹⁸ México se ha convertido en un centro de diversidad genética del maíz, y el germoplasma mexicano ha contribuido de manera decisiva en la producción global de maíz.¹⁹ Junto con sus parientes silvestres, los recursos de germoplasma en las semillas y plantas de maíz mexicanas seguirán siendo de importancia crucial para la producción mundial de alimentos.²⁰ En ninguna parte del mundo es tan grande el espectro de variación del maíz como en

¹⁸ Los estudios del México prehistórico revelaron la existencia de pequeñas y primitivas mazorcas en cuevas en Tehuacán, en el México central, que se remontan aproximadamente al año 5,000 a.C., confirmando que el maíz fue domesticado primeramente en la parte sur del centro de México (Wilkes y Goodman, 1995; Hernández Xolocotzi, 1970; Wellhausen, 1988).

¹⁹ Incluso las variedades dentadas del "cinturón del maíz de EU" son descendientes cercanas de los primeros maíces criollos mexicanos (Ortega Paczka, 1997).

²⁰ "...las fuentes de élite de germoplasma identificadas desde las recolecciones iniciales en las Américas fueron incorporadas en composiciones, grupos, patrimonios genéticos y poblaciones reproductivas por el Programa de maíz del CIMMYT y los programas nacionales de cultivo de maíz en todo el mundo. Éstos, a su vez, fueron utilizados para desarrollar mejores variedades e híbridos. En las regiones templadas predomina el germoplasma del Cinturón del Maíz, y en los trópicos se utilizaron con éxito las variedades blanca mexicana y amarilla del Caribe en... los programas de cultivo del maíz" (Tábo, 1995a, 10).

México, y en ninguna parte está el maíz tan profundamente entrelazado con la identidad cultural y la vida social y económica de un pueblo (Wellhausen, 1988, 21).

El germoplasma del maíz originado en México desempeñó un papel crucial para mejorar el maíz cultivado en las regiones tropicales respecto a un mayor rendimiento, resistencia a plagas, ciclo de crecimiento breve, resistencia a sequías y aumento del contenido de proteínas. Se utilizaron variedades mexicanas y sus derivados para mejorar las poblaciones utilizadas en 43 países tropicales en América Latina, África y Asia (Tábo, 1995b; Edmeades, Lafitte *et al.*, 1994b), y para aumentar los rendimientos en regiones templadas de latitudes altas (Ortega Paczka, 1997).

La diversidad genética del maíz en México está asociada con la siguiente dinámica:

- La interacción entre genotipos y entornos agroecológicos diversos. En la mayor parte de las zonas montañosas de México, la heterogeneidad ambiental resulta en una rica configuración de diversos espacios productivos. Los productores de maíz mexicanos aprendieron a aprovechar las diferencias entre los distintos sistemas agroecológicos.²¹ En muchos sistemas agroecológicos en México, los productores normalmente siembran cuando menos dos variedades de maíz, una para que madure antes, que es menos productiva pero con mayor capacidad para madurar ante las heladas de mediados de otoño, y otra que posee un periodo de maduración más prolongado y vida más productiva, pero más propensa a sufrir los efectos de este clima.²² Para muchos productores de subsistencia, las variedades de maíz que maduran antes son plantadas para complementar el consumo doméstico cuando se agotan las existencias de su cosecha principal (Ortega Paczka, 1997).²³
- La diversidad genética desempeña en las estrategias de los productores un papel seguro contra riesgos, incluidas sequías, heladas, vientos, plagas y mala calidad de suelo. La diversidad genética del maíz mexicano responde a este desafío de múltiples facetas mediante diferencias en los periodos de maduración, resistencia a sequías y plagas, y uso eficiente de nutrientes en suelos de mala calidad, bajos en nitrógenos o ácidos. Los productores mexicanos que utilizan las tecnologías tradicionales para el maíz en tierras de temporal se basan mucho en la diversidad genética como estrategia para la supervivencia. Los productores tradicionales siembran distintas variedades de maíz en diferentes épocas como garantía contra los cambios en los patrones de lluvia, clima, vientos, calidad de suelo y plagas. Ciertamente, la combinación adecuada de variedades de semillas y fechas de siembra fue considerada como el recurso tecnológico más poderoso con el que cuentan los productores tradicionales (García Barrios *et al.*, 1991, 174-175). Además, la diversidad en la producción de maíz en combinación con otros cultivos es importante para estrategias de producción como los cultivos intercalados.²⁴
- Los distintos usos que se dan al maíz requieren del mantenimiento y desarrollo de la diversidad genética. Estos usos diferentes ayudan a variar las rutinas dietéticas y cumplen un importante papel cultural.²⁵

²¹ Los ecosistemas están definidos como unidades topográficas de relativa homogeneidad en términos de suelos, formas de terreno, aguas superficiales y mantos acuíferos, biota y topoclimas (Bailey, 1996). La susceptibilidad de los ecosistemas a ciertas formas de manejo de la tierra y prácticas agrícolas ayudan a definir un sistema agroecológico. García Barrios *et al.* (1991, 134) acuñaron el término agro-medio ambiente para describir el espacio geográfico en donde factores ambientales que limitan la producción agrícola son relativamente homogéneos para el productor.

²² Dos comunidades en el sur de Chiapas utilizan regularmente cuando menos ocho variedades (Cadena Fñiguez, 1995, 84).

²³ Un estudio de Bellón y Taylor, citado por Ortega Paczka (1997), identificó seis factores para seleccionar las semillas citados por campesinos en una localidad de Chiapas: tipo de suelo, resistencia a la sequía, resistencia al viento, respuesta a los insumos, periodo crítico de vulnerabilidad a quelites y periodo óptimo de fertilidad y rendimiento. Ningún tipo de cultivo presentaba altos valores en cinco de estos factores, por lo que la mayoría de los productores utilizaba en promedio tres distintos tipos de cultivo. Otros factores, según Ortega Paczka (1997), incluyen: incertidumbre respecto a la temporada de lluvias, distintos usos del maíz (para venta, para usos doméstico y/o ritual), consideraciones dietéticas (textura y sabor del grano) (Hernández Xolocotzi, 1985). Esto podría explicar en parte por qué las variedades de maíz en México se diferencian en productividad, desde formas primitivas de bajo rendimiento, como el *Nal-Tel* y el *Chapalote*, hasta razas de alto rendimiento como *Tuxpeño*, *Chalqueño* y *Celaya* (Wellhausen, 1988).

²⁴ Un buen ejemplo fue documentado por Cuevas Sánchez (1991) entre el pueblo totonaca.

²⁵ Los usos como tortillas, tlacoyos (tortas de maíz con frijoles), pozole (granos de maíz en sopa), tamales, atole (una bebida hecha con masa de maíz) y pozol en Chiapas (una bebida hecha de una mezcla de cacao y granos de maíz) requieren de distintos tamaños, texturas, colores y contenidos de harina y almidón. En muchos casos, se favorecen los cultivos tradicionales por su crecimiento en general y contribución a los usos finales como granos para consumo humano, mazorcas para animales u hojas para tamales. También son importantes ciertas variedades de maíz para la preparación de bebidas rituales (tesguino en la región huichola y el atole en la sierra norte de Puebla), y las hojas ramificadas utilizadas en rituales de fertilidad en Chiapas (Ortega Paczka, 1973).

- Los patrones de derechos de propiedad pueden ser un importante factor determinante de la diversidad genética. Si los productores son propietarios de parcelas con características altamente divergentes como calidad, profundidad y drenado, se ven obligados a operar con una variada mezcla de maíces criollos²⁶ que responden a estas distintas características. Esto es típico en muchos productores de los ejidos mexicanos.²⁷

Los productores tradicionales, que ascienden a entre 1.5 y 2 millones, son un nexo crucial en el mantenimiento y preservación de la diversidad genética. La encuesta en los ejidos realizada en 1994 revela que se da poco uso a las variedades e híbridos mejorados entre los ejidatarios productores de maíz. Esto es verdad incluso en sistemas de riego en donde la proporción de ejidatarios que utilizan variedades mejoradas era del 16 por ciento en 1994, en tanto que los ejidatarios en la producción de temporal empleaban un 8.8 por ciento (Gordillo *et al.*, 1994, Cuadro 5.7).²⁸

La erosión genética representa una pérdida de biota a escala nacional y global. La erosión genética se define tradicionalmente como la pérdida de genotipos y alelos útiles en maíces criollos o cultivos locales, al ser reemplazados por variedades o híbridos modernos mejorados (de polinización abierta), o como resultado del deshierbado a una escala suficientemente grande (National Research Council, 1993).

El Cuadro 5 indica que el abandono de especies locales en favor de híbridos y variedades mejoradas de polinización abierta (VPA) ocurrió en todo el mundo. La importancia de las especies locales para la producción en los países en vías de desarrollo es crucial. En 1992, una encuesta del Cimmyt (publicada en 1994) indicó que las poblaciones de polinización abiertas representaban aproximadamente el 42 por ciento del área del maíz en los países en vías de desarrollo. En 1992 sólo un 21 por ciento de las ventas de semillas comerciales en países en vías de desarrollo (excepto China) eran variedades de polinización abierta, lo que demuestra la demanda de semillas híbridas (Taba, 1994, 15). Existen pruebas de que las especies locales abandonadas por los campesinos tradicionales con frecuencia enfrentan la extinción (Rissler y Mellon, 1996, 115, y sus referencias), aunque los bancos de germoplasma podrían frenar o prevenir este fenómeno.

Cuadro 5 Producción mundial de maíz: Superficie cultivada por tipo de semilla, 1985-1992

1985	Área de maíz (millones ha)	MAIS* (millones ha)	Porcentaje de área de maíz sembrada con:		
			Materiales locales	VPA	Híbridos
Todos los países en desarrollo	81	37	55	7	38
Argentina, Brasil, China	32	24	28	1	71
Otros países en vías de desarrollo	49	13	73	11	16
Países industrializados	57	56	2	0	98
Mundial	138	93	33	4	63
1992					
Todos los países en desarrollo	84	49	42	15	43
Argentina, Brasil, China	37	30	18	9	73
Otros países en vías de desarrollo	47	19	61	20	19
Países industrializados	48	48	1	0	99
Mundial	133	97	27	10	63

* MAIS (Maize Area under Improved Seed): área de maíz con semillas mejoradas (variedades e híbridos comercialmente mejorados).
Los totales no dan sumas exactas debido al redondeo.

Fuente: Datos y tendencias del maíz en mundo, 1993-1994, Cimmyt (México, 1994)

²⁶ Los maíces criollos son colecciones de especies de polinización abierta que provienen de las parcelas de los campesinos o de los mercados locales.

²⁷ Las principales características del régimen del ejido fueron descritas en el Artículo 27 de la Constitución federal, que funcionó como el esquema básico para la tenencia de la tierra. Este artículo estableció que los ejidos serían la principal categoría de tenencia de la tierra para las comunidades y los centros de población rural. Los ejidos fueron formados a partir de la división de los grandes latifundios, privados, y las haciendas, así como de la colonización de tierras no utilizadas. Los ejidos se formaron de parcelas individuales, así como de una parte de tierra comunal. Estas parcelas no podían ser vendidas, arrendadas ni utilizadas como propiedades en garantía.

²⁸ Esta misma encuesta demostró que el 91 por ciento de los productores que utilizan maíces criollos recurrían a sus propias semillas durante el ciclo primavera-verano. Para estos productores, la conservación de la variabilidad genética, ciclo tras ciclo, es una cuestión de supervivencia.

Aquino (1996) calcula que las especies locales ocupan el 80 por ciento de la superficie cultivada en México. El 20 por ciento de superficies cultivadas con híbridos y variedades mejoradas es consistente con la cifra media general (del Censo Nacional de 1991) para todos los cultivos del 32 por ciento de la superficie cultivada total.²⁹ Taba (1994) informa que la “erosión de las especies locales ocurre conforme son sustituidas por variedades mejoradas de polinización abierta o híbridos. Las especies originales de los maíces criollos, de no preservarse apropiadamente *in situ*, *ex situ* o de ambos modos, se perderán.”³⁰

La Gráfica 2 ilustra los estados con los mayores índices de uso de variedades híbridas y mejoradas entre los productores maiceros en México. Demuestra que los maíces criollos locales se utilizan con mayor frecuencia en los estados del sur y de la Meseta Central.

En las empresas privadas, la producción de híbridos da más utilidades que los SAR por dos razones. Primero, los efectos de heterosis hacen que los híbridos sean más productivos que otras semillas bajo condiciones similares (agua, suelos e insumos). Segundo, los rendimientos disminuyen con mayor rapidez después de la primera cosecha, y por consiguiente los campesinos deben recurrir a las empresas proveedoras de híbridos para obtener nuevas existencias cada temporada. Dado que se exige que las semillas mejoradas destinadas al mercado sean de buena calidad y excelente presentación (en color y tamaño), se producen continuamente semillas mejoradas en México por empresas privadas bajo buenas condiciones de producción (suelos, irrigación o buenos regímenes de temporal, fertilizantes). Por consiguiente, las semillas quizá no funcionen bien en condiciones ambientales más difíciles, como las que imperan en las mesetas de las zonas semiáridas de México, o en regiones en donde la calidad del suelo es deficiente.³¹

Las pérdidas de diversidad e información genética de los maíces criollos también pueden ser causadas por la sustitución del maíz por otras cosechas, por cambios en las técnicas agrícolas durante un periodo suficientemente prolongado, o por una pérdida de diversidad cultural y social (Ortega Paczka, 1997).³²

²⁹ En México, al igual que en muchos países en vías de desarrollo, las especies locales funcionan mejor bajo presiones, y en suelos deficientes o poco profundos, que los híbridos (Lothrop, 1994). Wellhausen (citado en Ortega Paczka, 1973, 31) hace notar que, en los suelos deficientes, las semillas mejoradas no producen grandes diferencias en rendimiento. En suelos deficientes los híbridos frecuentemente rinden menos que los maíces criollos locales (Byerlee y López Pereira, 1994). Otras estimaciones para el uso de variedades mejoradas por los productores de maíz en México son de entre 15 y 20 por ciento (Ortega Paczka, 1997) y 25 por ciento (Ernesto Moreno, comunicación personal, 1997).

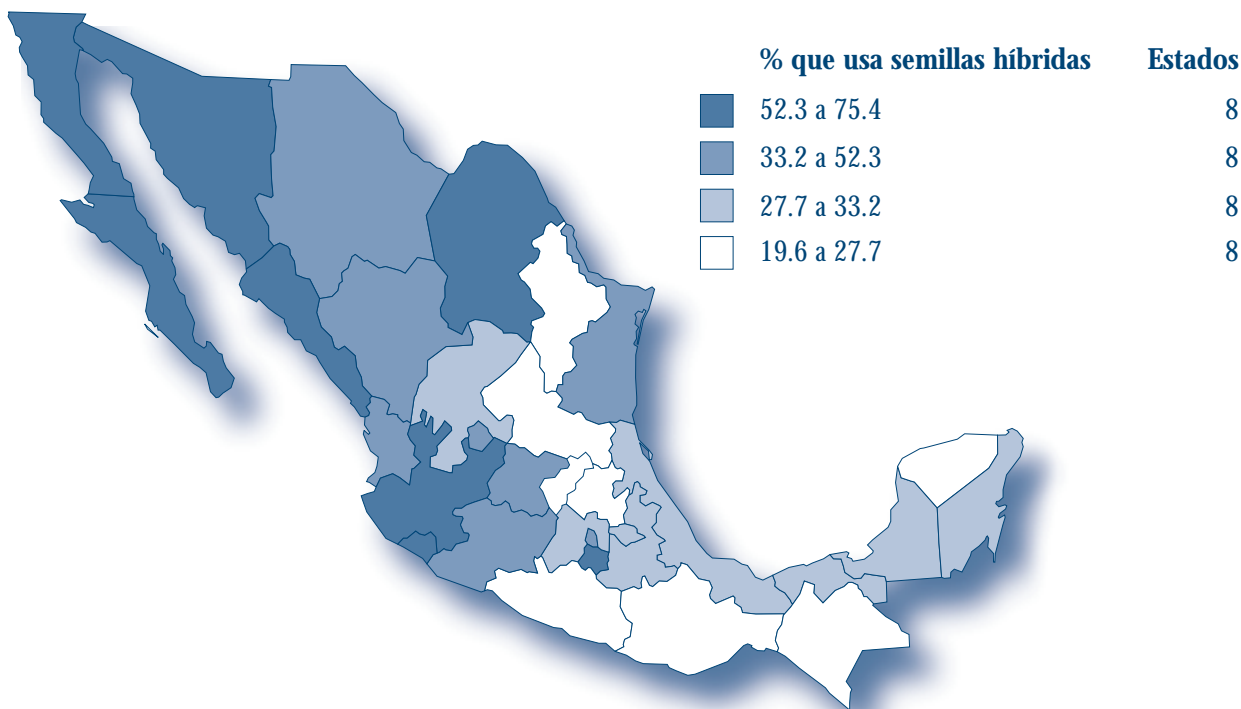
³⁰ Una reciente publicación de la FAO (FAO, 1996) hace notar que la erosión genética en México está bien documentada con datos básicos proporcionados por un inventario tomado en los años treinta: “Una comparación con los datos actuales demuestra que sólo el 20 por ciento de las variedades locales reportadas en 1930 son conocidas actualmente en México, debido a disminuciones en las superficies de tierra plantadas con maíz, y a la sustitución de éste con otros cultivos más rentables”. Esta aseveración no aparece bien fundamentada en el estudio de la FAO. Es posible que en ciertas localidades que experimentaron la introducción de variedades mejoradas de los años cincuenta y sesenta, o donde la sustitución de cultivos desplazó al maíz durante un tiempo lo suficientemente largo, pudo ocurrir una reducción en la variabilidad genética, posiblemente del orden mencionado en el estudio de la FAO. Sin embargo, este ritmo de agotamiento de los recursos genéticos podría no ser válido a nivel nacional, y es contrario a la opinión de la mayoría de los expertos que investigan los recursos genéticos mexicanos.

³¹ Las empresas semilleras que dominan el mercado mexicano son: Asgrow, Aspros, Cargill, DeKalb (Semillas Híbridas), Pioneer y Productora Nacional de Semillas (Pronase). Estas empresas ofrecen asistencia técnica a los productores, algo que va de la mano con los esfuerzos del gobierno para privatizar estos servicios.

³² Esto sucedió en el Bajío, donde el maíz fue sustituido por el sorgo durante los años setenta. Este proceso también ocurrió en las planicies de Jalisco (debido al sorgo), las tierras bajas de Morelos (horticultura y sorgo), las llanuras de Zacatecas (frijol), Uruapan en Michoacán (aguacate) y el sur de Yucatán (naranja). Grandes extensiones en las tierras bajas tropicales de Veracruz, Tabasco y Yucatán, antes utilizadas para producción de maíz bajo condiciones de roza, tumba y quema, fueron transformadas en pastizales.

En regiones de Michoacán (la cuenca de Tepalcatepec), el desplazamiento de maíces criollos por híbridos se inició hace 25 años, y el hecho de que los cultivos tradicionales siguen en uso es prueba contundente de la extraordinaria variedad que existía antes de iniciar este proceso (Romero y Ortega, 1996, 126). Según estudios realizados en 1992, en el estado de Colima varios maíces criollos locales (*tampiqueño*, *ancho*, *uruapeño*, *perla* y *guino*) que se producían con sistema de tracción animal, fueron desplazados, y otros desaparecieron. Este proceso se inició a principios de los años ochenta, y para 1984 más del 31 por ciento de los campesinos utilizaban variedades mejoradas certificadas. Un proceso similar ocurrió en las mesetas del estado de Guerrero, donde las variedades mejoradas de alto rendimiento, descendientes de la raza *tuxpeño*, desplazaron a los maíces criollos de la raza *pepitilla* (ibid, 1996).

En algunas regiones se abandonaron conjuntos completos de variedades al introducirse otras nuevas que reaccionan a fertilizantes. Éste fue el caso del Bajío, donde los tipos *cónico norteño*, antes prevalecientes, desaparecieron durante los años cuarenta y cincuenta, y en Jalisco, donde las variedades *tabloncillo* fueron sustituidas en esas mismas décadas por variedades mejoradas (Wellhausen, 1988, 23).



Fuente: Estimaciones a partir de datos del VII Censo Agrícola del INEGI 1991.

Con el tiempo, la erosión genética puede resultar en la vulnerabilidad y extinción de razas e incluso de especies de maíz. Una vez que se pierde un genotipo, es irrecuperable.³³ La conservación de la diversidad genética permite el uso de variedades primitivas del maíz que pueden contener genes con atributos que permiten al cultivo tolerar elementos como sequías y plagas. Los complejos de germoplasma de México son ricos en mecanismos genéticos que favorecen la resistencia a sequías y se adaptan a entornos cambiantes.³⁴ La resistencia a las sequías es importante porque pueden ocurrir en cualquier etapa del crecimiento de la planta.³⁵ La diversidad genética también puede afectar el valor nutritivo del maíz.³⁶

La erosión genética causada por la introducción de variedades mejoradas de alto rendimiento e híbridos ya ocurrió en varias regiones de México.³⁷ Pero en las zonas dominadas por productores tradicionales que operan en suelos pobres y en otras condiciones

³³ Los peligros asociados con la vulnerabilidad genética del maíz fueron demostrados en 1970, durante una epidemia de pulgón de hoja del maíz del sur que destruyó una significativa proporción de la cosecha en Estados Unidos. En el mundo en vías de desarrollo, la erosión genética del maíz es un riesgo y fue reconocido como tal por los principales expertos en la materia (véase Taba, 1995).

³⁴ Dos elementos importantes en muchos países en vías de desarrollo son la resistencia de los retoños a la sequía, y la resistencia a la sequía en la etapa intermedia del ciclo de crecimiento (Wellhausen, 1988, 22-23).

³⁵ Un híbrido desarrollado en el Cimmyt (H220) es una cruce triple con dos cepas derivadas de un complejo de germoplasma *celaya-cónico norteño*, y una tercera derivada de una colección de la raza *bolita*, que se originó en un valle de Oaxaca con pocas lluvias y patrones de precipitación pluvial muy erráticos. Bajo condiciones de sequía severa, este híbrido rinde más grano que cualquier otra variedad mejorada en la región del Bajío. La gran ventaja de este híbrido queda expresada en sus rendimientos cuando la lluvia es normal.

³⁶ Existen evidencias de que la calidad nutritiva de los productos de maíz, tales como las tortillas hechas de masa de harina de maíz industrializada, es significativamente inferior a la de los que se hacen de harina de maíz nixtamalizada. [Comunicación personal de Juan Luis Peña Chapa, investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav).]

³⁷ Entre las razones para la introducción de semillas mejoradas, particularmente híbridos, la respuesta eficiente a los insumos (especialmente fertilizantes) y la adaptabilidad al cultivo mecanizado han sido de importancia crítica, no necesariamente la mejora de la calidad del grano en comparación con los maíces criollos tradicionales. El maíz amarillo importado del Cinturón de Maíz de EU se considera de calidad inferior frente al grano producido por las especies locales mexicanas o las semillas mejoradas de México, sean variedades de polinización abierta o híbridos (Ortega Paczka, 1977).

ambientales difíciles (como precipitación pluvial irregular y riesgos de heladas prematuras) se ha preservado hasta ahora la diversidad genética. Esta conservación *in situ* de recursos genéticos está afectada por cambios en los patrones del uso del suelo y por el deterioro en las capacidades de administración de recursos de los hogares para producir maíz de subsistencia.³⁸

Existen bancos de germoplasma para preservar intacto el patrimonio genético mediante la conservación de muestras de genotipos para ser utilizadas por agricultores y por el público en general.³⁹ Este proceso se describe como conservación *ex situ* para subrayar el hecho de que los genotipos en las muestras fueron retirados de su hábitat original. También se vieron sujetas a cierta controversia respecto a su viabilidad a largo plazo (Cohen *et al.*, 1991). La conservación *ex situ* en los bancos de germoplasma no es una panacea. La aparición de biotecnologías y cultivos transgénicos, como resultado de la ingeniería genética, no creará nuevo material genético. Además, es muy difícil predecir las características o aspectos de las plantas cultivadas que deben sembrarse en el futuro (National Research Council, 1993, 43).

Los primeros bancos de germoplasma mexicanos iniciaron sus operaciones a fines de los años cuarenta.⁴⁰ Existen ahora dos principales bancos de semillas en México: los del Cimmyt y el INIFAP.⁴¹ Actualmente, la colección de maíz del Cimmyt representa un total de 13,200 accesiones (muestras individuales de variedades distintas) (Taba, 1995a, 16). El banco de germoplasma del Inifap comprende aproximadamente 10,000 accesiones de maíces criollos recolectadas durante los últimos 50 años. También incluye 1,539 maíces criollos de otros países y 144 *teosintles* (posibles ancestros nativos del maíz; véase a continuación).⁴² Las operaciones de los bancos de germoplasma se concentran en la identificación de semillas, la recolección de nuevas accesiones o sustituciones, regeneración y caracterización de semillas, así como en atender los pedidos y actualizar información de “pasaporte” y almacenaje de semillas.⁴³

Sin embargo, los bancos de semilla carecen de información sobre la duración del ciclo de la planta (datos de crucial importancia para planificar la sustitución de semilla) porque el lugar de la muestra debe ser planificado de conformidad a sus características de crecimiento. Sustituir las semillas en una accesión individual representa un momento crucial en la vida y operación de un banco de semillas. Pero la sustitución de semillas normalmente ocurre en estaciones experimentales que reúnen sólo algunas, no todas, de las condiciones ambientales prevalecientes en el lugar original donde las semillas fueron recolectadas.⁴⁴ Estas condiciones, a veces muy distintas, pueden ejercer un significativo impacto sobre las poblaciones sustituidas, y no cabe esperar que las características originales sobrevivan con el tiempo.⁴⁵

³⁸ La importancia de la diversidad genética del maíz en México también queda subrayada por el papel cumplido por el germoplasma del maíz mexicano en la producción global de alimentos. Aunque el germoplasma de las variedades mexicanas no está presente en cantidades importantes en el maíz producido por el Cinturón de Maíz de EU, sus principales variedades son descendientes de las especies de grano duro del norte y dentada del sur, que se derivan de ancestros mexicanos, y que presentan especiales afinidades con el *tuxpeño* cilíndrico de la costa este de México (Wellhausen, Robert, Hernández X. y Mangelsdorf, 1951) y con otros complejos raciales que se encuentran en México (Hernández Xolocotzi y Alanís Flores, 1970). Además, el germoplasma del maíz mexicano está presente en cantidad muy significativa en variedades utilizadas por países tropicales de todo el mundo (Ortega Paczka, 1997).

³⁹ Los principales usuarios de los bancos de germoplasma son las grandes empresas privadas que comercian semillas.

⁴⁰ Para un resumen del banco de semillas del Cimmyt, véase Wellhausen, 1988.

⁴¹ Además de estos dos bancos de semillas, existen varios bancos oficiales más que operan en otros países, así como colecciones privadas. El banco de semillas más importante en Estados Unidos, el Sistema Nacional de Germoplasma Vegetal, opera bajo los auspicios del Departamento de Agricultura de EU. Este banco tiene una activa colección de germoplasma de maíz de más de 12,500 accesiones, y su sede está en Ames, Iowa. Muchas de las accesiones son duplicados de las variedades existentes en los bancos del Cimmyt y del INIFAP. Pero estas variedades se mantienen bajo mejores y más estrictas condiciones físicas, tales como almacenaje criogénico que hace menos urgente la necesidad de reemplazos, puesto que la viabilidad de las semillas se amplía considerablemente. Las condiciones comparativas bajo las que operan los distintos bancos de germoplasma generan serias dudas respecto al futuro control y propiedad de los recursos genéticos del maíz.

⁴² Muchas de estas variedades han sido cuidadosamente estudiadas, pero un número sorprendentemente reducido de accesiones se han utilizado en programas para mejoras genéticas: Ortega Paczka (1997) reporta que no más de 100 cumplieron una importante función en estos programas, y que sólo 40 (el 0.04 por ciento de la colección básica total del INIFAP) suministraron material genético para VPA e híbridos ampliamente utilizados en la producción comercial.

⁴³ La información de pasaporte incluye datos sobre la colección y características principales de cada muestra. La información de pasaporte es con frecuencia escasa, con pocas referencias, o ninguna, a las condiciones iniciales de los campesinos que proporcionaron la muestra, o el lugar exacto del sitio de producción del espécimen que se recolectó.

⁴⁴ En México, la sustitución de semillas y la expansión de muestras tuvieron lugar en unas cuantas estaciones experimentales. En el caso del INIFAP estas estaciones son Chapingo (estado de México, a escasos 20 kilómetros al este de la ciudad de México), Roque (estado de Guanajuato) e Iguala (estado de Guerrero). La extraordinaria variedad de las características de suelo, climas, patrones de precipitación, plagas e interacciones con otras plantas e insectos, no puede replicarse en estas estaciones. Las estaciones del Cimmyt (El Batán, en el estado de México, cerca de Chapingo, Tlaltizapán, estado de Morelos, y Poza Rica, en el estado de Veracruz) no pueden reproducir las características de los lugares originales de la recolección.

⁴⁵ Ortega Paczka (1997) hace notar que a principios de los años ochenta le mostraron en Rusia semillas de maíz descendientes de las muestras mexicanas. Debido a cruces con plantas rusas y otros importantes factores, estas muestras no se asemejaban a las muestras originales de maíz mexicano.

Por consiguiente, es importante valorar el papel de la conservación del germoplasma *in situ* realizada por campesinos y técnicos agrícolas tanto para propósitos comerciales como para consumo doméstico.⁴⁶ La diversidad de las razas autóctonas proviene del antiquísimo cultivo hecho por campesinos que han utilizado el potencial genético de sus cosechas en sus particulares entornos agropecuarios y ecológicos. Estas variedades se ven constantemente sujetas a selección, migración (mezclándose con otras accesiones de los campesinos) y mutaciones (Tabla, 1994, 22).

La conservación *in situ* tiene varias ventajas (Dempsey, 1996, 4-5).⁴⁷ Primero, la evolución continua entre cultivos y sus especies emparentadas genera nuevas variantes y la adapta a cambios futuros en las condiciones, como patógenos, plagas, climas e incluso sociales. Preservar simplemente el germoplasma de la planta, sin considerar otros elementos del sistema genético en el que coevolucionó, podría conducir con el tiempo a una distorsión de los patrones evolutivos.

Segundo, la conservación *in situ* incluye más variedades de semillas. Los tamaños de las muestras de población plantean serios problemas para la sustitución de semillas con las que se pretende mantener la viabilidad de las accesiones. Hay evidencias de cambios y derivas genéticas, dos de los más graves problemas que afectan los bancos de semillas.⁴⁸ Los científicos no pueden dar seguimiento a cada agroecosistema global. Por consiguiente, tiene sentido basarse en la observación, selección y conocimiento ecológico general de los campesinos (así como en la ayuda de la selección natural) cuando sea posible.

Tercero, con frecuencia las plantas se adaptan a las condiciones locales debido a complejos de genes adaptativos que se desarrollan donde los genes se relacionan y se seleccionan interdependientemente. Es difícil identificar y aislar los focos particulares de resistencia, y los alelos y genotipos útiles para el control estable de las enfermedades.

Cuarto, en muchos casos, el almacenaje para la conservación *ex situ* es sólo un complemento de la conservación *in situ*, particularmente en los lugares donde las especies son difíciles de almacenar, o donde existen asociaciones de especies múltiples y que requieren de conservación en el ámbito del ecosistema. Existen grandes regiones donde aún quedan zonas con producción de razas autóctonas intercaladas y de polinización abierta, con posibilidades para la hibridación entre cultivos y con sus especies silvestres emparentadas. Es bien conocido que los cambios en los entornos agropecuarios pueden resultar en una mayor población de patógenos sin que haya cambios en la genética del patógeno en cuestión. Por consiguiente, una plaga menor en la actualidad puede convertirse rápidamente en un problema a gran escala en el futuro.⁴⁹

Finalmente, la conservación *in situ* tiene la ventaja de ser compatible con esquemas para introducir elementos de variedades mejoradas en especies autóctonas, sin reducir sus características o su variabilidad. Este proceso puede mejorar características deseables en los maíces criollos.⁵⁰

⁴⁶ Es importante distinguir la conservación *in situ* de la conservación estática del germoplasma. En un estudio de la conservación *in situ* del género *Zea* en la sierra de Manantlán, estado de Jalisco, Benz (1988) ayuda a aclarar la confusión en lo que se refiere al punto de vista conservacionista (estático) de la conservación *in situ*. La antigua idea de que las razas autóctonas permanecen estáticas y no sufren un proceso evolutivo (dinámico) está desapareciendo gradualmente, y está ganando más adeptos un punto de vista más preciso relacionado con la conservación dinámica (Ortega Paczka, 1997). Más recientemente, un estudio de Louette y Smale (1996) revela la naturaleza dinámica de la administración de semillas del maíz en una comunidad rural mexicana.

⁴⁷ Son examinadas en un creciente cuerpo de literatura (National Research Council, 1993; Nabhan, 1989; Louette y Smale, 1996; Crucible Group, 1994; US Congress OTA, 1986). La que quizá es la ventaja más importante de la conservación *in situ* es explicada por Dempsey (Id.) del modo siguiente:

“...el sólo preservar semillas ignora muchos aspectos de la diversidad agrícola que ayudaron a sostener a comunidades y que generaron muchos de los recursos que deseamos preservar. Por ejemplo, el conocimiento local de los complejos patrones de cosecha podría permitir un uso más eficiente de los nichos creados por los climas locales y la variación de suelos. Los sistemas informales de intercambio de semillas son importantes para muchos campesinos con acceso irregular a agua, compuestos químicos, crédito y mercados. Algunos de estos mecanismos de defensa social podrían perderse o verse amenazados por la introducción de nuevas variedades. La conservación *in situ* implica el mantenimiento de un entorno social apropiado, de ser esto posible. Sin embargo, los cambios económicos y políticos pueden ir en detrimento de las formas tradicionales de la vida rural. Los efectos de los núcleos urbanos dispersan los impactos de polen, semillas, compuestos químicos y precios, haciéndolos atravesar los límites regionales y sociales.”

⁴⁸ La deriva genética se refiere a cambios en las frecuencias de los alelos en pequeñas poblaciones. En poblaciones muy grandes, las frecuencias de los alelos neutrales permanecen estables de una generación a la otra. Pero en poblaciones reducidas (como en las muestras de un banco de germoplasma) pueden ocurrir fluctuaciones aleatorias en las frecuencias de los alelos. El cambio genético está relacionado con cambios en frecuencias de los alelos debidas a la selección durante la regeneración de las muestras de semillas.

⁴⁹ Un buen ejemplo es la enfermedad de la mancha gris (*Cercospora zeae-maydis*) de la hoja del maíz, que recientemente se convirtió en una enfermedad de importancia potencial en Estados Unidos.

⁵⁰ Márquez Sánchez (1993) reporta la aplicación de técnicas de cruza limitadas a fin de lograr flujos selectivos de genes útiles para mejorar el desempeño de las especies autóctonas. Un estudio citado por Taba (1994) considera que unas 250 especies autóctonas de maíz latinoamericano podrían beneficiarse de este tipo de programas, pero se requiere de mucho apoyo.

Especies silvestres del maíz

Las especies silvestres son importantes depósitos genéticos para las plantas domesticadas. El maíz probablemente se deriva del *teosintle* mexicano (Beadle, 1977; McClintock, 1977; Lothrop, 1994). El *teosintle* puede producir híbridos fértiles con el maíz, y las dos plantas intercambian constantemente material genético en muchas regiones de México y Guatemala (Wilkes, 1977).⁵¹ El *Tripsacum* es un género altamente diversificado que se adapta a una amplia gama de condiciones de suelos y climas, y presenta resistencia al calor, sequías, inundaciones y ciertas enfermedades de las hojas y plagas de insectos. La importancia de la diversidad genética, no sólo del maíz sino también de sus especies silvestres emparentadas, es evidente en el descubrimiento de 1977 de una nueva especie de *teosintle* silvestre perenne, el *Zea diploperennis*. Reconocida como una especie diferente en 1978, esta planta es interfértil con el maíz anual y transporta los genes de resistencia a siete de los nueve principales virus que infectan el maíz en Estados Unidos (Raven *et al.*, 1992, 693). Para cinco de éstos no se conoce ninguna otra fuente de resistencia, y las implicaciones económicas son inmensas. Las poblaciones de *teosintle* ya están declinando a ritmos tales que podrían quedar en peligro. Un estudio del Consejo Nacional de Investigación de EU (NRC, 1993) indica que de los ocho grupos distintos de población del *teosintle* anual, tres se consideran raros y se encuentran en lugares aislados. El *teosintle* y el *Tripsacum* no han sido utilizados ampliamente en los programas de producción de maíz (Savidan *et al.*, 1995; Berthaud *et al.*, 1995; FAO, 1996, 280).

El germoplasma del maíz mexicano existe en diferentes variedades en todo el mundo en vías de desarrollo y es importante para la futura producción de alimentos, puesto que la mayor parte del crecimiento en la demanda de maíz provendrá de países en vías de desarrollo, donde se previó que la demanda aumentaría a un ritmo de 4 por ciento anual, pero la producción se ha incrementado a un ritmo de sólo 3 por ciento. Gran parte de este futuro crecimiento deberá provenir de mayores rendimientos, y no de cultivar más tierras (Cimmyt, 1994, 7; Plucknett y Smith, 1982), y los recursos genéticos de México podrían desempeñar un importante papel para mejorar la producción en estos países.

B. El contexto económico

La actividad económica mexicana se caracterizó en años recientes por pautas de ajustes estructurales que incluyen esfuerzos de liberalización comercial, objetivos de política monetaria que se concentran en reducir la inflación y estabilizar los tipos de cambio, una política fiscal diseñada para reducir el gasto público, privatizaciones y una reducción de la función directa del gobierno en la economía. En México se lograron varios y muy importantes objetivos macroeconómicos entre 1990 y 1994; especialmente, la inflación se redujo y desde 1991 hay un excedente fiscal. Sin embargo, la contracción de los flujos de capital en 1994 condujo a un ajuste del tipo de cambio y, luego de la crisis subsiguiente y el programa de estabilización aplicado, la inflación llegó al 52 por ciento, se elevaron las tasas de interés y el PIB disminuyó en más del 6 por ciento. El PIB agrícola está estancado desde 1992. Cayó luego de la crisis de 1995, y en 1997 aún no recuperaba su nivel de 1994.

Las tendencias generales en la economía mexicana ejercieron un impacto sobre la producción del maíz. Históricamente, la proporción de la producción del maíz en términos del porcentaje de la producción agrícola total en México ha sido de aproximadamente 50 por ciento. Sin embargo, entre 1991 y 1994 hubo un aumento en la producción maicera en los sistemas de riego, particularmente en las ricas tierras bajo riego del estado de Sinaloa. Entre 1991 y 1993, la producción de maíz en Sinaloa aumentó en un factor de 2.4. En general, los rendimientos son muy competitivos en sistemas de riego.

⁵¹ Las investigaciones del biólogo evolutivo John Doebley confirmaron recientemente que el maíz evolucionó del *teosintle*, y que en esta transición intervinieron muy pocos genes (Culotta, 1991).

El crecimiento en la producción nacional entre 1991 y 1993 fue muy significativo, con casi 4 millones de ton métricas. El Cuadro 6 demuestra que este crecimiento se debió especialmente a la ampliación de las zonas cultivadas. Las zonas cultivadas dedicadas a la producción de maíz aumentaron en un 3.3 por ciento entre 1991 y 1993, y en 11.5 por ciento entre 1993 y 1994.

Cuadro 6 Estructura de la producción agrícola en México

Proporciones relativas de la superficie cultivada total (porcentajes)						
	Maíz	Trigo	Sorgo	Arroz	Frijol	Soya
Promedio, 1981-85	59	8	13	1	15	3
Promedio, 1986-90	57	9	15	1	15	3
Promedio, 1991-93	63	8	11	1	15	3
1994	62	7	10	2	16	3
Proporción relativa de la producción (porcentajes)						
Promedio, 1981-85	52	17	22	2	4	3
Promedio, 1986-90	62	18	23	2	4	3
Promedio, 1991-93	50	18	23	2	4	3
1994	63	14	13	2	5	3

Fuente: Sagar, Boletín de información mensual del sector agrícola, 1995; AIRD, 1995.

La producción de maíz tiene lugar en dos ciclos bien definidos: primavera-verano (P-V) y otoño-invierno (O-I). El ciclo primavera-verano, dominado por sistemas de temporal, puede iniciarse en marzo o abril si se cuenta con agua de sistemas de irrigación o humedad residual. Junio es el mes en el que se inicia habitualmente la producción, con condiciones estrictas de temporal. El ciclo O-I se inicia por lo general en noviembre o diciembre, y se realiza principalmente en sistemas de riego; normalmente se lleva a cabo con tecnologías y técnicas relativamente modernas, variedades mejoradas e híbridos, tractores, fertilizantes químicos y plaguicidas. Esto es válido para el sector privado y los ejidos (véase Cuadro 7).

En 1991 había 3,151,399 unidades productoras de maíz en México. La cantidad total de unidades de producción que operaban en el ciclo primavera-verano era de 2,679,813 (85 por ciento del total). En 1991, más del 81 por ciento de la producción total de maíz provenía de tierras cultivadas durante el ciclo primavera-verano, donde prevalece el sistema de temporal (véase Cuadro 8).

Cuadro 7 Producción de maíz: Superficies cultivadas y cosechadas, y rendimientos

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Superficie cultivada ^a						
Granos básicos ^b	11,032	10,915	11,361	12,698	12,476	N.D.
Maíz	7,730	8,003	8,248	9,196	9,055	N.D.
Superficie cosechada ^a						
Granos básicos ^b	10,005	9,521	10,239	11,334	11,018	10,341
Maíz	6,947	7,219	7,428	8,194	7,963	7,516
Rendimiento ^c						
Granos básicos ^b	1.82	1.98	2.05	1.90	1.88	N.D.
Maíz	1.84	2.12	2.20	1.98	2.02	N.D.

^a Miles de hectáreas.

^b Arroz, frijol, maíz, trigo.

^c Toneladas métricas sobre superficie cultivada.

Fuente: Boletín de información mensual del sector agropecuario, Sagar, agosto, 1996.

Primavera-Verano				
Productores	Unidades	Superficie (a)	Producción (b)	Rendimientos (b)/(a)
1-5 ha	1,682,977	2,516,756	2,467,775	0.98
> 5 ha	996,836	4,851,774	5,841,738	1.13
Total P-V	2,679,813	7,368,530	8,309,514	1.05 (prom.)
Otoño-Invierno				
Productores	Unidades	Superficie (a)	Producción (b)	Rendimientos (b)/(a)
1-5 ha	224,822	289,917	309,428	1.07
> 5 ha	246,764	943,411	1,609,319	1.71
Total O-I	471,586	1,233,329	1,918,748	1.39 (prom.)
Total P-V + O-I				
Total	3,151,399	8,601,859	10,228,262	–
1-5 ha	1,907,799	2,806,673	2,777,203	–
> 5 ha	1,243,600	5,795,185	7,451,057	–

Fuente: Estimaciones del autor a partir del Censo Nacional Agrícola y Ganadero 1991.

Durante las últimas dos décadas, los rendimientos de la producción de maíz fueron bajos. Éstos dependen de varios factores, incluidas regiones geográficas, técnicas y tecnologías empleadas, tamaño de parcelas y régimen de tenencia de la tierra. El rendimiento medio nacional, según el censo de 1991, era de 1.05 ton métricas/ha para el ciclo P-V (predominantemente bajo condiciones de temporal) y de 1.39 ton métricas/ha para el ciclo O-I (principalmente sistemas de riego). Estas cifras sumadas ocultan importantes diferencias entre los productores de maíz, tanto en lo que se refiere a tamaños de parcela como a tipos de tecnología utilizada. Las cifras del censo de 1991 revelan una importante diferencia en rendimientos entre ambos ciclos, donde los sistemas con irrigación tienen mayor productividad.

Un examen preliminar de las diferencias entre los rendimientos asociados con las distintas tecnologías aparece en los Cuadros 9-11, que muestran los rendimientos para sistemas de temporal y de riego para el ciclo primavera-verano en 1990 y 1994. Los sistemas de temporal que incluyen variedades mejoradas y experiencia con fertilizantes tienen un rendimiento equivalente, o aun mejor, que los obtenidos en los sistemas de riego. En 1994 el uso de variedades mejoradas y fertilizantes en condiciones de temporal produjo rendimientos más elevados que al introducir las mismas técnicas en sistemas de riego.

Rendimientos (ton métricas/ha)						
Tamaño de parcela (ha)	< 2	2-5	5-10	10-18	> 18	Todas las parcelas
De temporal						
1990	1.14	1.14	1.22	0.97	0.93	1.11
1994	0.85	1.01	1.13	1.12	1.16	1.04
De riego						
1990	1.73	1.82	1.88	2.46	1.83	1.95
1994	1.59	1.81	1.17	1.15	1.86	1.49

Fuente: Gordillo, 1994 (Cuadro 5.2)

Cuadro 10 México: Rendimiento de la producción ejidal de maíz por zonas agroecológicas, 1994

Zonas agroecológicas	Rendimientos promedio (ton/ha)	
	De temporal	De riego
Tropical húmedo	1.05	1.47
Tropical subhúmedo	1.17	1.77
Templado húmedo	1.22	-
Templado subhúmedo	1.19	1.82
Árido y semiárido	0.62	1.68
Nacional	1.09	1.69
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno
Censo 1991	1.05	1.39

Fuente: Gordillo, 1994; Censo Nacional Agrícola y Ganadero 1991.

Cuadro 11 Producción de maíz: Rendimientos en distintas condiciones tecnológicas

Ciclo Primavera-Verano (ton métricas/ha)		
Sistemas de temporal	1990	1994
Maíces criollos sin fertilizante	0.85	0.85
Maíces criollos con fertilizante	1.18	1.08
Variedades mejoradas con fertilizante	1.84	2.00
Sistemas de riego	1990	1994
Maíces criollos sin fertilizante	1.46	1.45
Maíces criollos con fertilizante	2.06	1.59
Variedades mejoradas con fertilizante	2.26	1.45

Fuente: Gordillo, 1994 (Cuadro 5.2).

El Cuadro 12 incluye datos sobre la rentabilidad y competitividad de los productores con base en la tecnología y técnicas que utilizan. El primer panel clasifica a los productores según la tecnología empleada. Un primer grupo del 23 por ciento de todos los productores tiene buenos rendimientos promedio (2.8-3.2 ton/ha) y, por consiguiente, el potencial para mejorar sus posiciones competitivas. Estos productores son responsables del 50 por ciento de la producción total. Probablemente son vendedores netos en el mercado. Muchos de ellos pueden aumentar la productividad mediante asistencia técnica, proyectos de infraestructura y crédito adecuado, más otros servicios que minimicen los riesgos de fracaso en el mercado y en la distribución. El tamaño medio de sus parcelas es considerable, con 4.7 ha para tierras de temporal y 2.4 ha para tierras de riego. Un grupo intermedio está compuesto por el 50 por ciento de productores que trabajan el 48 por ciento de las tierras de temporal y que utilizan variedades mejoradas o fertilizantes. Sus rendimientos son bajos (1.5 ton/ha). Trabajan parcelas con una superficie promedio de 2.5 ha. El 27 por ciento restante de los productores trabajan un 21 por ciento de la tierra y producen el 10 por ciento del rendimiento total.

La segunda parte del Cuadro 12 incluye información sobre la rentabilidad asociada con distintas categorías de productores. Los datos indican que un grupo de los productores es rentable, en tanto que los otros dos operan con pérdidas.⁵²

⁵² Ambas categorías de productores se subdividen, a su vez, en dos subgrupos con base en el nivel de sus ganancias (por encima o por debajo del 30 por ciento de sus costos) o de sus pérdidas (por encima o por debajo del 50 por ciento de sus costos). Esto proporciona un indicador aproximado de si venden en el mercado o no, y cómo podrían afectarles mayores reducciones en los precios.

Cuadro 12 Rentabilidad y competitividad de la producción de maíz en México (1991)

Distribución por tecnología					
	I Maíces criollos de temporal, sin fertilizante	II Variedades mejoradas de temporal o con fertilizante	III Variedades mejoradas de temporal y con fertilizante	IV Irrigación	Total
Cantidad de productores	27.0	49.9	9.3	13.7	2,441,662
Superficie	21.1	48.8	17.2	12.9	6,163,350
Producción	9.5	40.9	26.5	23.0	11,174,408
Superf. promedio (ha)	2.0	2.5	4.7	2.4	2.5
Rend. promedio (ton/ha)	0.8	1.5	2.8	3.2	1.8
Producción por unidad	1.6	3.8	13.0	7.7	4.6
Distribución por rentabilidad					
	I Pérdidas > 50% de los costos	II Pérdidas < 50% de los costos	III Utilidades < 33% de los costos	IV Utilidades > 33% de los costos	Total
Cantidad de productores	27.8	36.4	16.4	19.4	2,441,662
Superficie	24.0	32.1	15.7	28.3	6,163,350
Producción	6.2	23.3	18.7	51.8	11,174,410
Superf. promedio (ha)	2.2	2.2	2.4	3.7	2.5
Rend. promedio (ton/ha)	0.5	1.3	2.2	3.3	1.8
Producción por unidad	1.0	2.9	5.2	2.2	4.6

Porcentajes y cifras absolutas.

Fuente: Encuesta Nacional sobre Rentabilidad y Productividad, Maíz, SARH, 1991. (Reproducido en FIDA, 1993.)

Una segunda diferencia importante se refiere a la tenencia de la tierra: los rendimientos de las parcelas privadas son 16 y 26 por ciento mayores que los de los ejidos en la producción de temporal y la de riego, respectivamente (Cuadro 13).

Cuadro 13 Maíz: Rendimientos por tenencia de la tierra y superficie de parcelas

	Primavera-Verano	Otoño-Invierno
México	1.13	1.56
< 5 ha	0.98	1.07
> 5 ha	1.20	1.71
Privadas	1.24	1.82
< 5 ha	1.01	1.09
> 5 ha	1.31	1.97
Ejidales	1.07	1.44
< 5 ha	0.97	1.06
> 5 ha	1.13	1.58
Mixtas	1.19	1.91
< 5 ha	0.97	1.09
> 5 ha	1.27	2.02

Ton métricas/ha.

Fuente: Estimaciones del autor con base en el Censo Agrícola y Pecuario 1991.

Los datos en el Cuadro 14 indican que una diferencia final y de importancia crucial en los rendimientos se relaciona con el tamaño de las parcelas que se cultivan. Parece haber una relación positiva entre extensión y rendimiento que es independiente de la tenencia de la tierra o el ciclo de producción. La información indica que esta relación es más marcada respecto a las parcelas de riego en el ciclo otoño-invierno.

Cuadro 14 Principales características de las unidades de producción donde el maíz es el cultivo principal

Características	Unidades	Ciclo Primavera-Verano		Ciclo Otoño-Invierno	
		Unidades	Producción (ton)	Unidades	Producción (ton)
Total	3,151,399	2,679,813	8,309,514	471,586	1,918,748
< 5 ha	1,907,799	1,682,977	2,467,775	224,822	309,428
> 5 ha	1,243,600	996,836	5,841,738	246,764	1,609,319
Privadas	746,854	655,428	2,733,145	91,426	603,581
< 5 ha	486,125	433,172	512,486	52,953	59,712
> 5 ha	260,729	222,256	2,220,658	38,473	543,869
Ejidales*	2,286,698	1,916,498	5,097,272	370,200	1,245,671
< 5 ha	1,359,022	1,190,897	1,854,469	168,125	244,740
> 5 ha	927,676	725,601	3,242,802	202,075	1,000,931
Mixtas	117,847	107,887	479,096	9,960	69,494
< 5 ha	62,652	58,908	100,819	3,744	4,976
> 5 ha	55,195	48,979	378,277	6,216	64,518

* Ejidales: Véase *supra* nota 21. Mixtas: Tierras de propiedad pública arrendadas para su explotación a entidades privadas.

Fuente: Estimaciones del autor con base en el Censo Agrícola y Pecuario 1991.

Hay varias explicaciones posibles para estos patrones, entre ellas:

- Las parcelas privadas pueden tener mejor acceso al crédito y la tecnología que los ejidos.
- Los propietarios privados parecen invertir más en infraestructura que los ejidatarios, quizá porque su tenencia está mejor definida.⁵³
- Unidades más grandes ofrecen mejores oportunidades para introducir tecnologías más modernas (particularmente tracción mecanizada), que son dependientes de la escala.
- En muchas instancias la fertilidad intrínseca de los suelos puede ser mayor en tierras que se consolidaron en una sola parcela.

Las diferencias en los rendimientos son aún más significativas que lo que este Cuadro revela. En los suelos profundos y bien drenados de la región del Bajío, en el centro de México, los rendimientos pueden llegar a 7 u 8 ton métricas por hectárea. Y en el norte de Jalisco, el sur de Nayarit y Sinaloa, los rendimientos pueden exceder las 13 ton métricas por hectárea. En todos estos casos, los productores de maíz utilizan tecnologías y técnicas modernas, que incluyen variedades de alto rendimiento e híbridos, irrigación, tracción mecanizada y todo tipo de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas). En estos casos, las superficies de las parcelas generalmente permiten que las economías de escala y los productores sean competitivos.

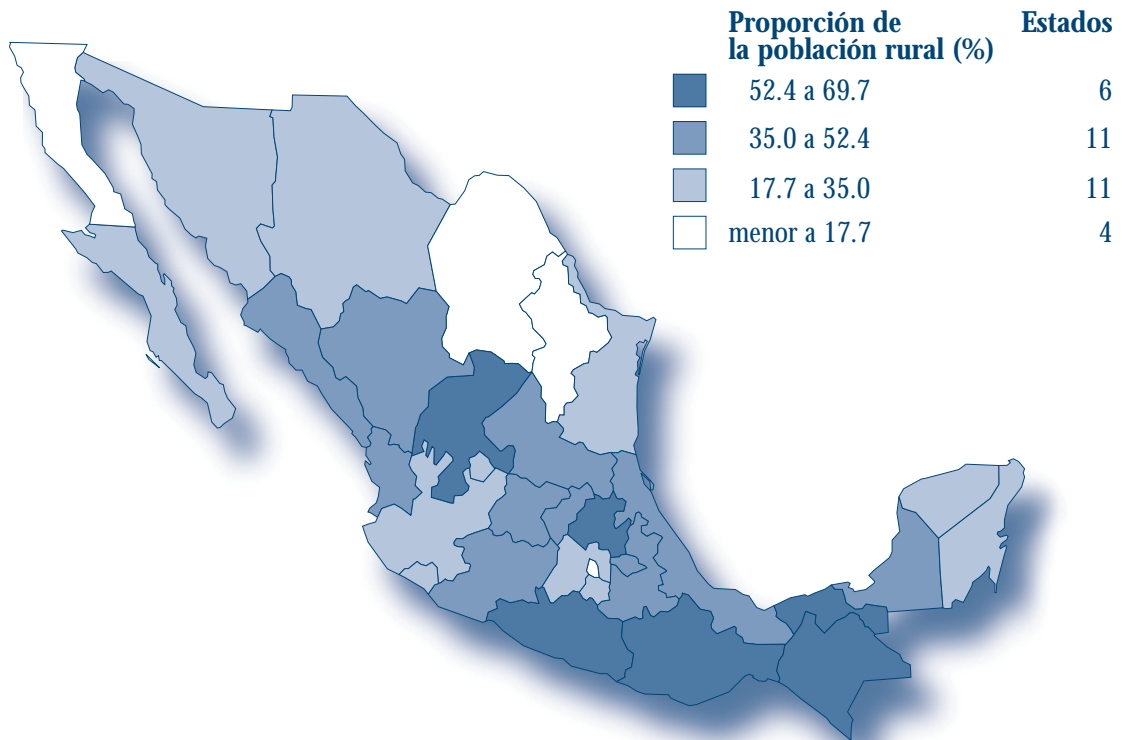
⁵³ Éste es un argumento esgrimido por las reformas de 1992 al régimen ejidal. La literatura sobre administración de recursos bajo sistemas de propiedad colectiva o social no apoya la idea de que existen características intrínsecas en este régimen de propiedad que obstaculicen o impidan la inversión en infraestructura o en la conservación a largo plazo de los activos productivos de una comunidad (Stevenson, 1991). Esta literatura demuestra que para impedir el síndrome de la "tragedia de los comunes" se necesitan sistemas adecuados que controlen el acceso y la utilización de los recursos comunitarios.

C. El contexto social

Durante los últimos 3,000 años, la producción y consumo de maíz ha sido componente esencial de la historia y la cultura de México.⁵⁴ Incluso hoy en día la población mexicana es principalmente rural, como lo indica la Gráfica 3. En 1996, la producción de maíz ocupaba directamente a entre 2.5 y 3 millones de mexicanos.

La función de los lazos religiosos y familiares, en donde la reciprocidad es el fundamento de las relaciones sociales, sigue siendo importante en la producción del maíz. Muchas técnicas de producción, particularmente las intensivas en mano de obra, dependen de estos lazos. Las fechas de siembras, cosechas y ciclos agrícolas siguen marcadas por festividades culturales y religiosas, y son poderosos impulsos del trabajo colectivo.

Gráfica 3 Proporción de la población rural



Fuente: Estimaciones a partir de los datos del XI Censo de Población del INEGI.

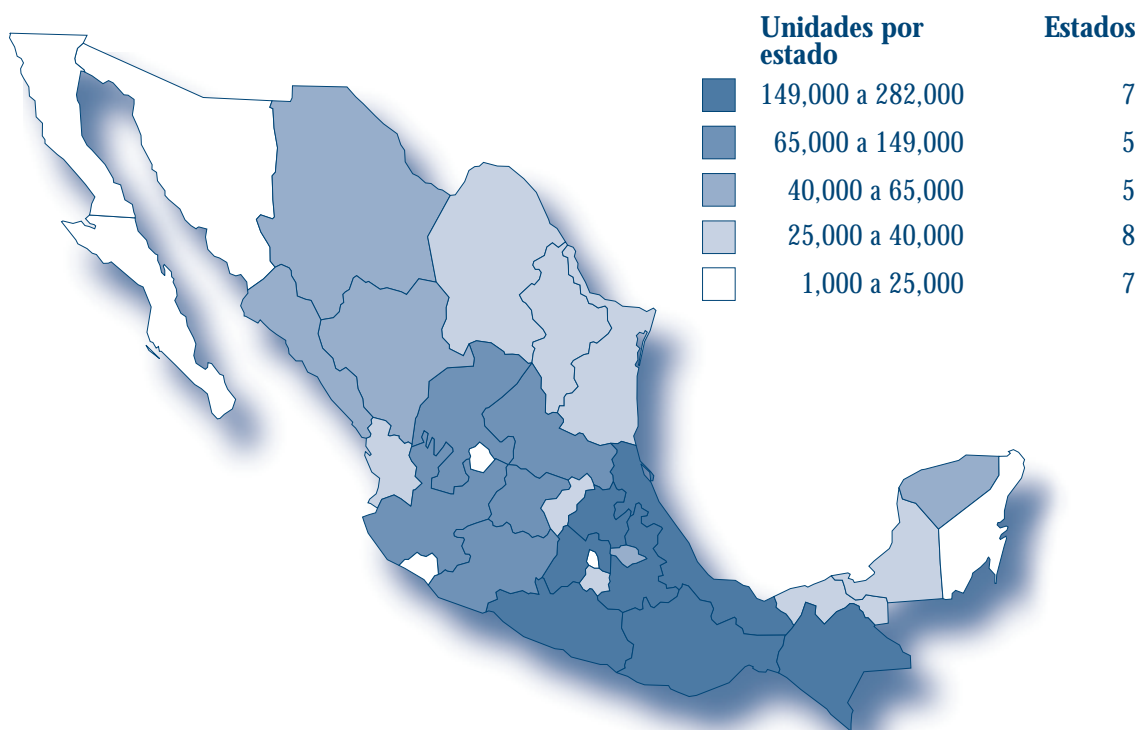
⁵⁴ Wellhausen, Roberts y Hernández Xolocotzi (1951) explican que el maíz dentado ya aparece en una urna funeraria de origen zapoteca, así como en otras piezas de origen prehispánico. Estas piezas y otras evidencias confirman que el maíz cumplió un papel sumamente importante en la cosmogonía de los pueblos mesoamericanos. La obra de Chevalier y Buckles (1995) revela cómo, aún hoy, la mitología de las comunidades rurales reúne una multitud de temas, que varían de la procreación al consumo y la producción, mediante un complejo patrón de relaciones en el cual la producción del maíz sigue siendo uno de los motivos principales.

El maíz es producido por una gran variedad de tipos de productores que operan bajo distintos regímenes legales. Una característica predominante en la producción del maíz en México es que la vasta mayoría de la tierra está fragmentada en pequeñas propiedades en los ejidos. El Artículo 27 de la Constitución funciona desde hace mucho como marco de referencia básico para la tenencia de la tierra en México. Estipula las principales características del régimen ejidal como principal categoría de tenencia de la tierra para comunidades y centros de población rural. Los ejidos fueron formados a partir de la división de grandes latifundios y haciendas, de carácter privado, así como a partir de la colonización de tierras ociosas. Se formaron como parcelas individuales y como tierras comunales. Estas parcelas no podían ser vendidas, arrendadas o utilizadas como garantía por sus propietarios.⁵⁵

Más del 72 por ciento de las unidades productoras de maíz están organizadas como ejidos. Son responsables del 62 por ciento de la producción total de maíz. La mayor parte de estas unidades de producción ejidales son pequeñas parcelas en donde la producción ocurre en condiciones sumamente diversas (de acuerdo con las tecnologías y las regiones agroecológicas). Según el Censo de 1991, casi el 60 por ciento de las unidades de producción que operan bajo el sistema ejidal eran pequeñas parcelas de menos de 5 ha. Con frecuencia estos pequeños productores operan en suelos de mala calidad, con terrenos en laderas y bajo condiciones de incertidumbre en lo que se refiere a la regularidad de los ciclos de lluvias, heladas, lluvias torrenciales y vientos intensos. Su perfil tecnológico normalmente excluye la irrigación, la mecanización y las variedades mejoradas o híbridos, aunque puede haber un uso significativo de fertilizantes y algunos plaguicidas. Las técnicas empleadas por los ejidos son generalmente de mano de obra relativamente intensiva.

La Gráfica 4 ilustra el número de unidades de producción de maíz por estado en México, y la Gráfica 5 presenta la cantidad de unidades productoras de 5 ha o menos, por estado.

Gráfica 4 Unidades productoras de maíz por estado



Fuente: Estimaciones a partir de los datos del VII Censo Agrícola del INEGI.

⁵⁵ Bajo el sistema ejidal, la tierra estaba sujeta a un régimen administrativo de propiedad social, en donde cada familia poseía parcelas, pero no podía venderla, ni utilizarla como garantía en operaciones de crédito. Estas parcelas eran cultivadas individual o colectivamente (la mayor parte de las tierras bajo el régimen ejidal se cultiva de manera individual). Las reformas de 1992 permiten a los ejidatarios vender, arrendar o utilizar sus parcelas como garantía.

Una comparación de dos estudios sobre el ejido, realizados entre 1990 y 1994 en México, revela que aunque se conserva esta estructura básica, hubo una reducción en la cantidad de pequeñas propiedades. En 1990, las unidades de menos de 5 ha representaban el 55 por ciento del total de unidades. Según la encuesta de 1994, las unidades de menos de 5 ha representaban el 51 por ciento de todas las unidades. En cambio, aumentó la cantidad de unidades con más de 18 ha (Cuadro 15).

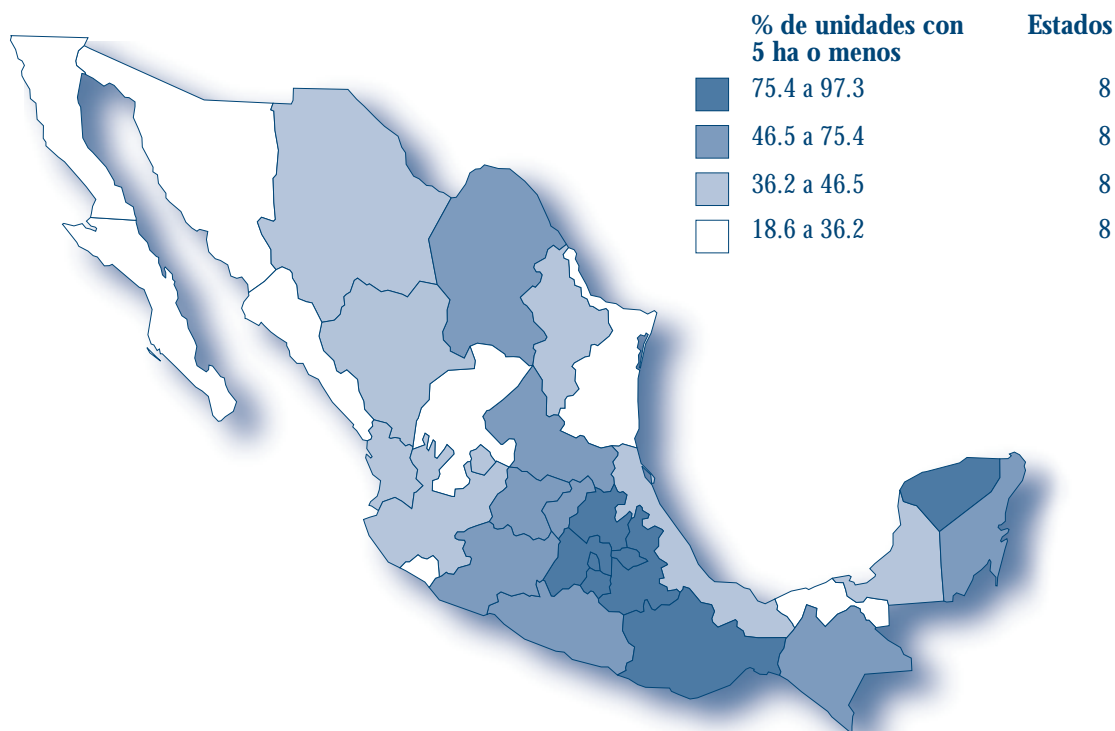
Cuadro 15 Distribución de superficies de parcelas en el sector ejidal: 1990 y 1994

Encuesta de 1990		Encuesta de 1994	
< 2 ha ETN*	27.4%	< 2 ha ETN	19.4%
2-5 ha ETN	27.7	2-5 ha ETN	31.6
5-10 ha ETN	19.8	5-10 ha ETN	23.1
10-18 ha ETN	18.6	10-18 ha ETN	16.2
18 ha ETN	> 7.1	> 18 ha ETN	9.7

*ETN significa que estas unidades están expresadas en unidades de "equivalente de temporal nacional", para permitir que las tierras propiedad de estos productores tuvieran periodos de descanso como pastizales.

Fuente: El sector ejidal en la agricultura mexicana: Impacto de las reformas. Informe preliminar (Encuesta de Ejidos de 1994, Cuadro 2.2).

Gráfica 5 Pequeñas unidades productoras de maíz



Fuente: Estimaciones a partir del VII Censo Agrícola

La encuesta de 1994 sobre los ejidos también demuestra que los rendimientos cayeron entre 1990 y 1994. Esto se atribuye a condiciones climáticas desfavorables. Sin embargo, los rendimientos disminuyeron tanto en los sistemas de temporal como en los de riego. Un factor adicional puede ser el deterioro gradual de la capacidad tecnológica de muchas categorías de productores. Los datos producidos por las encuestas sobre los ejidos de 1990 y 1994 confirman la relación positiva entre los rendimientos más elevados y un mayor tamaño de parcelas. Pero esta tendencia no es válida en lo que se refiere a parcelas más grandes (> 10 ha en sistemas de temporal y > 18 ha en sistemas de riego), donde la declinación en los rendimientos podría ser causada por una tecnología inadecuada.

Según el Censo Nacional, la cantidad de productores agrícolas que no venden excedentes en el mercado es de 1,757,611, lo que representa aproximadamente el 46 por ciento del total de los productores agrícolas. Aunque ésta es una cifra agregada para todo tipo de productores y todo tipo de cultivos, posiblemente corresponde muy estrechamente a quienes cultivan el maíz para consumo doméstico. El Censo reporta que la cantidad de productores para quienes el maíz es el principal cultivo es de 2,752,020. Con base en estas cifras puede estimarse la proporción de productores de maíz que no venden excedentes en el mercado, y que es de aproximadamente 64 por ciento. Por consiguiente, alrededor del 36 por ciento de los productores de maíz venden sus excedentes en el mercado.⁵⁶

No existen estudios con información respecto a la rentabilidad de los productores de maíz después de 1994. Los datos en el Cuadro 12 siguen siendo pertinentes, dada la estructura general de la producción de maíz en México.

Existen cuatro categorías de productores principales útiles para el presente análisis. Estas categorías comprenden:

- Productores con el mayor nivel de rentabilidad, con capacidad de reconvertir sus operaciones a cultivos hortícolas más rentables.
- Productores con el potencial para modernizar la producción de maíz y competir con importaciones.
- Las categorías tercera y cuarta corresponden a productores para consumo doméstico, pero con distintos recursos y, por consiguiente, que toman distintas decisiones de producción.

D. El contexto geográfico

En México, los patrones de producción de maíz varían ampliamente según la región. El maíz en sí se adapta muy bien a una amplia variedad de condiciones climáticas y de suelos. Se cultiva en latitudes que varían aun más de 50 grados respecto del Ecuador, y en altitudes entre el nivel del mar y los 4,000 metros por encima de éste. Se cultiva tanto en tierras totalmente irrigadas como también en condiciones semiáridas. El ciclo de crecimiento puede variar de tres a doce meses.

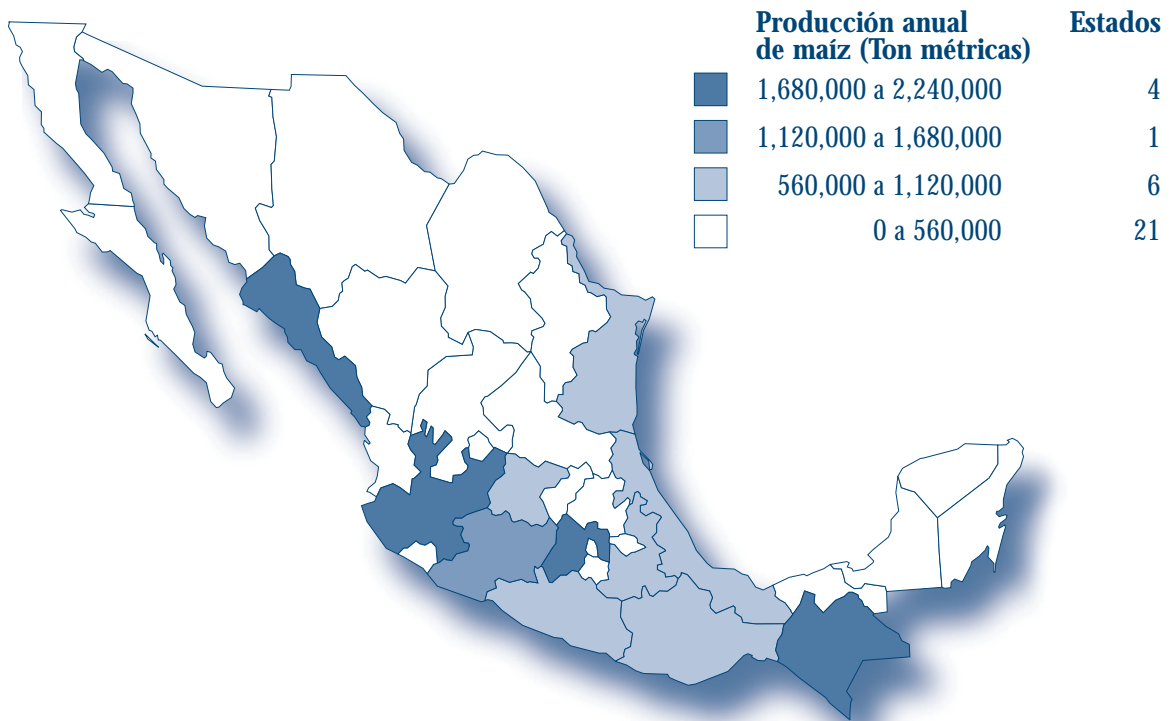
La producción nacional está entonces distribuida en todo el país (Cuadro 16). Sin embargo, el 51 por ciento de la producción total proviene de cinco estados: Jalisco, México, Sinaloa, Chiapas y Michoacán. Junto con Guerrero, Veracruz y Puebla, su contribución a la producción total de maíz en el país es de casi 70 por ciento (Gráfica 6).

Los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, al sur de México, son responsables de casi un 20 por ciento de la producción total de maíz. Éstos tienden a incluir una alta proporción de productores que trabajan con poca o ninguna irrigación, y que se basan mucho en la mano de obra familiar. Estos productores son por lo regular pobres, y una significativa parte de su producción la apartan para consumo doméstico. La Gráfica 6 ofrece la cifra total de unidades productoras de maíz por estado, y el nivel de producción destinado a autoconsumo. Los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Puebla, Hidalgo y México concentran muchas pequeñas unidades de producción destinadas principalmente al autoconsumo.

⁵⁶ Existe cierta incertidumbre alrededor de estas cifras. El Censo Agrícola (INEGI, 1994) informó que la cantidad de unidades que producían exclusivamente para consumo doméstico era del 45 por ciento. Diversas fuentes consideran inferior la cifra de los productores de maíz que no venden en los mercados. Conasupo (1993) calcula que la producción para consumo doméstico es de un 38 por ciento de la producción total. Appendini (1992) cita otra estimación para 1985, de un 30 por ciento. La encuesta sobre los ejidos de 1994 concluye que el 41 por ciento de los ejidatarios incluidos en la muestra venden parte de su producción en el mercado (Gordillo *et al.*, 1995). En sus artículos, De Janvry *et al.* (1995) y De Janvry (1996) comentan que la encuesta sobre los ejidos de 1994 revela que el 59 por ciento de los ejidatarios productores de maíz no son vendedores de ningún excedente, y producen exclusivamente para consumo doméstico.

Gráfica 6

Producción de maíz por estado



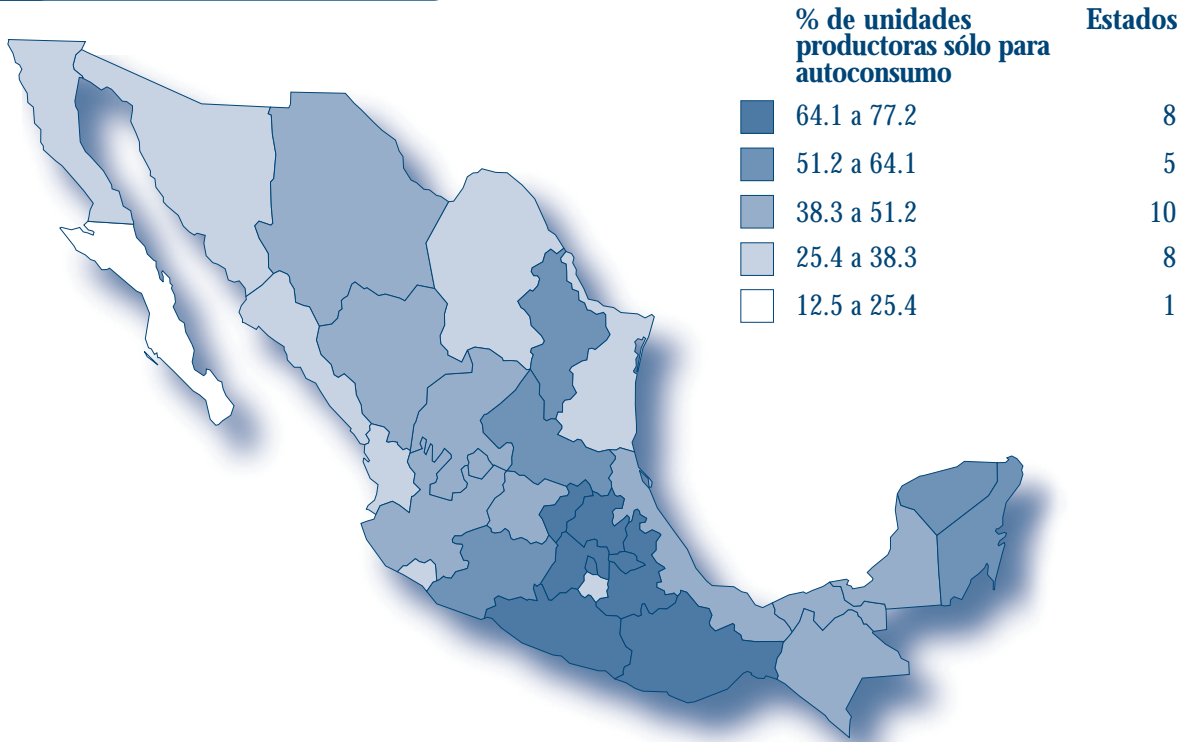
Fuente: Sagar.

Un gran número de unidades de producción está situado en estados de México donde los niveles de pobreza rural son elevados, las cuales operan con frecuencia en terrenos inclinados y con suelos de mala calidad. Además, las temporadas de lluvia son irregulares y pueden ocurrir heladas a principios de la primavera o a fines de verano, aumentando el riesgo para los productores. Estas características geográficas explican por qué los productores se basan en una amplia variedad de razas de maíz locales.

El Cuadro 17 presenta los estados mexicanos en orden de importancia, según la cantidad de unidades que se basan en la producción de maíz como principal cultivo y que utilizan variedades mejoradas. Este indicador puede ser utilizado como referencia general para identificar el perfil de las unidades de producción que utilizan cultivos o razas locales autóctonas en sus producciones. Dos columnas incluyen datos sobre el número total de unidades implicadas, y el porcentaje que cada estado representa en la producción total de maíz.

Gráfica 7

Unidades de autoconsumo



Fuente: Estimaciones a partir de los datos del VII Censo Agrícola del INEGI.

Estado	1985	1991	1992	1993	1994	1995
Nacional	14,103,454	14,251,500	16,969,724	17,961,730	18,235,826	18,352,856
Jalisco	2,040,200	2,310,590	2,414,243	2,379,659	2,125,336	2,231,290
México	2,310,927	1,755,997	1,901,211	1,233,449	1,561,746	2,146,471
Sinaloa	222,854	821,000	1,080,913	2,442,387	2,762,275	2,027,474
Chiapas	1,460,524	983,415	1,607,369	1,593,298	1,096,254	1,696,001
Michoacán	875,444	979,195	919,481	1,039,760	1,042,268	1,293,058
Guerrero	814,860	786,516	989,801	886,835	765,736	1,112,254
Veracruz	757,809	797,570	852,557	761,335	929,953	1,104,281
Puebla	1,016,617	1,020,398	1,161,287	944,037	881,146	1,063,857
Guanajuato	505,636	532,760	777,912	1,255,706	1,020,245	824,005
Tamaulipas	755,793	443,304	746,921	1,108,759	1,355,550	818,609
Oaxaca	487,810	422,014	512,818	547,654	623,953	720,714
Sonora	189,506	393,714	295,566	455,175	542,981	457,480
Hidalgo	394,979	383,867	484,984	362,081	453,166	406,140
Chihuahua	357,368	739,955	948,238	880,086	487,031	303,627
Tlaxcala	337,624	262,051	376,081	263,250	310,065	297,076
Zacatecas	295,744	216,683	243,900	243,814	277,618	296,450
Durango	267,759	239,127	248,487	289,217	325,088	291,280
Nayarit	150,707	177,992	170,275	181,221	317,063	225,790
Querétaro	136,846	60,640	137,515	111,906	168,409	186,173
San Luis Potosí	163,358	210,361	149,713	88,618	193,209	160,989
Morelos	62,514	67,511	102,928	94,950	97,599	115,943
Tabasco	93,495	74,294	67,025	71,255	125,365	99,995
Colima	67,094	65,372	57,709	76,546	90,568	90,654
Aguascalientes	45,083	47,420	73,188	65,994	74,037	85,562
Yucatán	93,528	131,844	154,166	116,300	94,582	73,136
Campeche	48,015	55,565	111,163	82,135	115,314	54,889
Nuevo León	50,671	91,140	92,629	99,730	159,112	54,759
Coahuila	33,836	62,955	130,384	104,002	96,172	44,855
Baja California Sur	9,193	77,843	85,203	89,562	97,492	40,484
Distrito Federal	27,155	22,168	16,599	16,071	16,216	12,826
Quintana Roo	8,433	16,227	33,546	16,848	6,616	10,410
Baja California	22,072	2,012	25,912	60,090	23,661	6,324

Toneladas métricas.

Fuente: Sagar, 1996.

Cuadro 17 Tecnologías de producción de maíz por estado

Estado	Unidades con variedades mejoradas	Unidades con < 5 ha	Unidades con tractores	Unidades con irrigación	Unidades con irrigación (superficie)	Porcentaje respecto al total de unidades	Porcentaje de la producción total
Oaxaca	19.62	76.3	20.51	3.36	1.85	10.2	3.9
Yucatán	20.77	75.4	2.74	2.09	0.82	1.9	0.4
Hidalgo	20.98	83.5	36.78	18.35	11.50	5.4	2.2
Guerrero	22.35	74.0	13.76	2.81	1.92	6.1	6.1
San Luis Potosí	22.51	59.3	30.23	4.83	4.23	3.9	0.9
Querétaro	23.35	61.2	30.21	13.76	14.21	1.4	1.0
Nuevo León	25.38	46.1	36.17	12.05	12.48	1.0	0.3
Chiapas	25.40	50.7	17.89	0.68	0.44	9.2	9.2
Tlaxcala	27.72	85.5	61.69	9.41	4.44	2.1	1.6
Veracruz	28.47	44.3	27.95	0.83	0.87	9.0	6.0
Quintana Roo	28.76	59.1	8.92	0.63	0.30	0.9	0.1
Zacatecas	28.95	25.8	54.88	6.40	4.81	2.9	1.6
Puebla	30.97	83.0	32.82	7.62	5.68	9.7	5.8
Tabasco	32.64	33.5	38.67	0.28	0.35	1.2	0.5
México	32.74	91.5	41.53	16.20	10.41	9.0	11.7
Campeche	33.04	45.0	88.81	0.63	0.22	1.0	0.3
Distrito Federal	33.23	97.2	34.14	0.51	0.40	0.4	0.1
Michoacán	39.72	59.9	41.27	12.52	7.97	4.7	7.0
Durango	40.12	43.0	47.18	16.60	10.34	2.2	1.6
Guanajuato	43.10	46.5	47.60	14.31	14.28	4.0	4.5
Chihuahua	43.88	44.1	39.26	12.07	14.58	2.4	1.7
Tamaulipas	44.92	22.5	67.44	20.98	25.20	1.4	4.5
Aguascalientes	46.54	36.6	68.18	16.34	15.37	0.5	0.5
Nayarit	49.90	45.1	55.94	5.22	4.30	1.1	1.2
Colima	52.33	22.1	42.89	6.60	5.26	0.3	0.5
Jalisco	54.31	36.2	58.38	5.00	3.66	3.9	12.2
Coahuila	56.28	59.4	63.37	44.04	34.37	1.2	0.2
Morelos	57.17	78.0	60.32	14.63	9.97	0.9	0.6
Sinaloa	57.64	27.7	61.03	27.88	36.93	1.5	11.0
Sonora	67.63	33.4	74.86	46.71	63.41	0.5	2.5
Baja California	72.86	18.7	83.80	52.93	49.14	0.0	0.0
Baja California Sur	75.32	32.5	88.81	67.43	75.78	0.1	0.2
Totales nacionales	31.40	54.5	34.77	8.61	8.97	100.0	100.0

Porcentajes.

Fuente: Estimaciones del autor a partir de datos del VII Censo Agrícola del INEGI, 1991.

Al considerar las cifras de la primera columna en el Cuadro 17, debe tomarse en cuenta que el uso de híbridos y variedades mejoradas por parte de quienes cultivan maíz es posiblemente menor que en el caso de otros cultivos en la mayor parte de los estados mexicanos.⁵⁷ En entidades como Sinaloa, Sonora, Jalisco, Guanajuato, Colima y Nayarit, que utilizan tecnologías y prácticas más modernas, la producción de maíz es realizada con variedades mejoradas e híbridos. Existen trece estados en donde el uso de variedades mejoradas está por debajo del promedio nacional,⁵⁸ las cuales son responsables del 40 por ciento de la producción total de maíz en México. Si se suman esos estados en donde el uso de variedades mejoradas es menor al 10 por ciento sobre la media nacional (Tabasco, México, Campeche, Distrito Federal), cerca del 52 por ciento de la producción total de maíz en México se origina en estados donde el uso de variedades mejoradas está por debajo del 35 por ciento.

En los trece estados donde se recurre más a los maíces criollos locales, la producción se realiza predominantemente bajo condiciones de temporal. Sólo en los casos de Hidalgo, Querétaro y Nuevo León la irrigación es significativamente más elevada que la media nacional. Esto coincide con el hecho de que la producción de maíz en estos estados es realizada en pequeñas unidades de producción (menores de 5 ha) con muy poca mecanización.⁵⁹

⁵⁷ Los dos estados de la península de Baja California no son representativos de ninguna tendencia, puesto que su contribución a la producción total de maíz es marginal.

⁵⁸ 31.4 por ciento.

⁵⁹ Esta información del censo nacional de productores de maíz únicamente coincide con los datos de la encuesta sobre los ejidos de 1994 (Gordillo *et al.*, 1995, Cuadro 2.4).

Michoacán es un estado limítrofe, en el sentido de que la cantidad promedio de unidades que utilizan variedades mejoradas de maíz en esa entidad es muy cercana a la media nacional. Lo mismo puede decirse respecto a la actividad de pequeñas parcelas en el ciclo primavera-verano y al uso de tractores y riego. Además, la contribución de Michoacán a la producción total de maíz es sustancial. Si se le incluye en el grupo de estados en donde el uso de híbridos es inferior o ligeramente superior a la media nacional, puede hablarse de una zona geográfica definida que se inicia aproximadamente en los estados centrales del Pacífico y cruza México de manera horizontal hacia el este, incluyendo al estado de Hidalgo (véase la Gráfica 2). Bajo esta línea imaginaria hay aproximadamente diez estados productores de maíz que aportan entre el 35 y el 40 por ciento de la producción nacional de este grano, y donde es más importante el uso de maíces criollos.

La elevación media en amplias porciones de estos estados es de más de 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm), donde predominan los terrenos en laderas (más del 70 por ciento del total de las superficies cultivadas se ubica en cuevas del 4 por ciento o más). Las heladas a fines de verano o principio de otoño representan un importante riesgo para los productores. El uso de maíces criollos locales se explica por dos principales factores:

El primer factor es que en la mayor parte de estas unidades de producción los maíces criollos funcionan mejor que las variedades mejoradas y los híbridos. Esto se debe a la calidad de los suelos, que no permite que las variedades mejoradas alcancen su potencial completo. El segundo factor es que los productores utilizan una amplia variedad de semillas como forma de oponerse a una producción más arriesgada. Algunas variedades mejoradas pueden ser parte de su estrategia pero, en general, los maíces criollos se adaptan mejor a los pequeños cambios en términos de textura de suelos, humedad, patrones de lluvias y enfermedades.

Estos 13 estados comprenden aproximadamente 1,757,107 unidades de producción, que representaban en 1990 más del 65 por ciento del total de las unidades de producción a nivel nacional implicadas en la producción de maíz como principal cultivo. Esto es corroborado por los mapas sobre la cantidad total de unidades productoras de maíz y de unidades menores de 5 ha. Considerando que las familias rurales mexicanas constan en promedio de seis miembros, la población total que depende directamente de la producción de maíz en estos estados es de aproximadamente 10.5 millones de personas.⁶⁰

⁶⁰ La información proporcionada por la SARH (1994, 50) confirma la importancia de estos estados en términos de cantidad de productores.

III. El TLC y sus relaciones

A. Cambios del TLC a las reglas

A pesar de la gran importancia y del marcado carácter centralizado de la producción de maíz en la vida mexicana, la liberalización del TLC ejerció un impacto directo y sustancial, aunque complejo, sobre el sector. El capítulo VII del TLC estipuló una inmediata conversión del sistema de aranceles del maíz en otro de cuotas por tasa arancelaria que deberá eliminarse en el transcurso de 15 años. México acordó una cuota inmediata sin aranceles de 2.5 millones de ton métricas de maíz. Esta cuota debe expandirse a un interés compuesto del 3 por ciento anual, a partir de 1995. El periodo de transición es considerado sumamente importante por varios analistas, pues tiene como fin asegurar el ajuste apropiado en el sector agrícola.⁶¹

El arancel para las importaciones que rebasen la cuota se fijó en 206.9 por ciento a partir del 1 de enero de 1994 (aproximadamente 197 dólares estadounidenses por tonelada métrica). En los primeros seis años del TLC el arancel por sobrecuotas se reducirá en 29.6 por ciento del arancel base. Tras este periodo, el arancel restante se eliminará linealmente durante los nueve años subsiguientes (Cuadro 18).⁶² Para el decimocuarto año del TLC (2008), la cuota sin aranceles para las importaciones de maíz representará 3.6 millones de ton métricas, y para el decimoquinto todas las importaciones tendrán un arancel cero.⁶³

El impacto del TLC sobre la reglamentación que rige la propiedad intelectual también es de importancia para la discusión del maíz, aunque es difícil ubicar su impacto. El sistema de la propiedad intelectual de México existe desde fines del siglo XIX, y México es miembro activo de los principales tratados multilaterales de propiedad intelectual que abarcan patentes, marcas registradas y derechos de autor. El TLC modificó este sistema.

Antes de las negociaciones del TLC, México produjo importantes cambios en su legislación sobre la propiedad intelectual. Algunas de estas modificaciones fueron dirigidas a ajustar el sistema de patentes de México a las tendencias observadas en las negociaciones de la Ronda de Uruguay del GATT sobre los asuntos de la Propiedad Intelectual Relacionada con el Comercio (PIRC; véase GATT, 1994), que condujeron a un Acuerdo sobre la Propiedad Intelectual. En particular, las cuestiones de importancia crítica en las negociaciones sobre PIRC fueron las que se refieren a extender la vigencia de las patentes a 20 años, ampliar la cobertura de éstas y definir controles más estrictos para las licencias obligatorias.

⁶¹ Levy y Van Wijnbergen (1995), por ejemplo, destacan la importancia de un periodo de transición lo suficientemente prolongado (sugieren cinco años), en donde el ritmo de liberalización se vea acompañado de grandes inversiones en irrigación. Sin este ritmo gradual de reformas y medidas de ajuste adecuadas, la conclusión de su modelo es que todos los beneficios se acumularán en los grupos más ricos, tanto en las zonas rurales como en las urbanas.

⁶² Véase Anexo 302.2 en El calendario para México, inciso de aranceles 1005.90.99.

⁶³ Se estableció un régimen similar para la mayoría de los granos básicos.

Año	Estados Unidos			Canadá		
	Maíz	Frijol	Cebada	Maíz	Frijol	Cebada
1994	2,500,000	50,000	120,000	1,000.0	1,500.0	30,000.0
1995	2,575,000	51,500	123,600	1,060.9	1,545.0	30,900.0
1996	2,652,250	53,045	127,308	1,092.7	1,591.3	31,827.0
1997	2,731,817	54,636	131,127	1,125.5	1,639.0	32,781.0
1998	2,813,771	56,275	135,060	1,159.2	1,688.9	33,765.2
1999	2,898,184	57,963	139,111	1,229.8	1,738.9	34,778.2
2000	2,985,129	59,701	143,284	1,229.8	1,791.0	35,821.5
2001	3,074,682	61,492	147,582	1,266.7	1,844.8	36,896.2
2002	3,166,992	63,336	152,009	1,304.7	1,900.1	38,003.1
2003	3,261,929	65,236		1,343.9	1,957.7	
2004	3,359,786	67,193		1,343.9	2,015.8	
2005	3,460,579	69,208		1,384.2	2,076.3	
2006	3,564,396	71,284		1,425.7	2,138.6	
2007	3,671,327	73,422		1,468.5	2,202.7	
2008	—	—		—	—	

Cantidades en toneladas métricas.⁶⁴

Fuente: Calendario del TLC, 1994.

El capítulo XVII del TLC, sobre la propiedad intelectual, conllevó importantes reformas adicionales al régimen de la propiedad intelectual en México en materia de derechos sobre variedades de plantas, así como de los derechos de quienes las cultivan.⁶⁵ México se incorporó a la Unión Internacional para la Protección de Especies Vegetales (UPOV) y promulgó una nueva Ley Federal para la Protección de Especies Vegetales en 1996. Además, introdujo importantes reformas a su Ley de Patentes ya existente, permitiendo por primera vez la posibilidad de patentar formas de vida. Para las empresas que desarrollan actualmente variedades mejoradas e híbridos, y que comercializan sus semillas (en el nuevo entorno desregulado), este nuevo régimen de la propiedad intelectual es de importancia crucial. Este instrumento político es importante para la expansión de las operaciones de estas empresas, así como para la protección de nuevos cultivos híbridos y transgénicos.

B. Instituciones del TLC

Hasta la fecha, las instituciones del TLC, incluidas aquellas cuyo mandato es ocuparse de las cuestiones agrícolas, han hecho poco que afecte la dinámica de la producción del maíz en México.

C. Flujos de comercio

La liberalización del sector maicero de conformidad con el TLC catalizó un incremento constante en las importaciones mexicanas de maíz estadounidense (Cuadro 19). Ciertamente, desde 1994 las importaciones de maíz de México excedieron los niveles de la cuota sin aranceles establecida por el TLC. El total de importaciones en 1996, de 5.9 millones de ton métricas, excedió

⁶⁴ El alcance del presente estudio está limitado al régimen del maíz del TLC, aunque en algunas instancias se hará referencia a otros cultivos y granos básicos cuando conciernen al maíz. Un ejemplo es el caso del frijol (*Phaseolus vulgaris*), cuya producción está estrechamente relacionada con las estrategias de los productores de maíz en México. Frecuentemente los productores tradicionales siembran frijol junto con el maíz. El complemento dietético de la pareja frijol-maíz desempeña una función de vital importancia en la vida cotidiana de las familias campesinas pobres. Además, las propiedades de fijación del nitrógeno de la bacteria *Rhizobium*, que se presenta de forma natural en los nódulos de la raíz de las plantas de frijol, desempeña un importante papel en la conservación de la fertilidad de los suelos. El TLC transformó inmediatamente el sistema de licencias de importación para este cultivo en una cuota de tarifa arancelaria, en donde la cuota inicial creció a un interés compuesto del 3% anual. Las importaciones por encima de la cuota están sujetas a un arancel *ad valorem* que debe implantarse en el transcurso de 15 años, con una reducción de 30 por ciento a fines del sexto año (reduciendo el arancel inicial de 133.4 a 93.9 por ciento). Véase el anexo 32.2 en El calendario para México, inciso de aranceles 0713.33.02.

⁶⁵ Artículo 1709 del TLC.

incluso en un 64 por ciento la cuota libre de aranceles para el decimocuarto año del periodo de transición, aun cuando durante 1996 hubo una cosecha récord de más de 18 millones de ton métricas en México (véase Cuadro 19).⁶⁶

Cuadro 19 Importaciones mexicanas de maíz, 1985-1996

Año	Importaciones totales (ton métricas)	Por Conasupo (%)	Por importadores privados (%)
1985	2,223,500	73	27
1986	1,703,500	71	29
1987	3,602,900	59	41
1988	3,302,600	70	30
1989	3,648,700	55	45
1990	4,102,800	46	54
1991	1,421,700	3	97
1992	1,313,700	2	98
1993	208,600	36	64
1994	1,717,000	0	100
1995	2,400,000	0	100
1996	5,900,000	28	72
1997 ^a	4,716,000		
1997 ^b	1,294,103		
1997 ^c	3,071,237		

^a Importaciones aprobadas para 1997.

^b Importaciones efectivas durante el primer semestre.

^c Importaciones totales probables para 1997 estimadas por la ANEC.

Fuente: Consejo Nacional Agropecuario, Conasupo; ANEC.

Los años 1995 y 1996 fueron buenos para la producción maicera nacional, con rendimientos de 18.3 y 18.2 millones de ton métricas, respectivamente. Sin embargo, se autorizaron importaciones extraordinarias en el momento en que los precios internacionales habían alcanzado su mayor nivel en años.⁶⁷ Se esperaba que las importaciones en 1997 ascendieran a 3,071,237 ton métricas. En los primeros nueve meses de 1997, las importaciones totalizaron 1,864,659 ton métricas, divididas de la manera siguiente: industrias almidoneras, 1,185,267; industrias de la harina, 210,071; cereales, 51,446, y forraje, 417,875 ton métricas.⁶⁸

En 1997, las importaciones aprobadas durante el primer semestre llegaron a un total de 1,720,398 ton métricas. Las importaciones efectivas durante este periodo alcanzaron las 1,274,090 ton métricas. Se esperaba que para julio-septiembre las importaciones autorizadas ascendieran a 460,442 ton métricas, para sumar un total de 2,180,840 ton métricas entre enero y septiembre. Las importaciones totales aprobadas para el año 1997 serán de 4,716,000 ton métricas, pero muchos analistas esperan que las importaciones efectivas sean menores, entre 3.5 y 4 millones de ton métricas. Sin embargo, para octubre de 1997 se publicaron informes sobre los efectos de la sequía en varios estados. En Tlaxcala, Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca e Hidalgo quedaron severamente afectadas más de 700,000 ha. Gran parte de estas tierras están dedicadas al cultivo del maíz. En una estimación preliminar, se perdieron aproximadamente 1.4 millones de ton métricas (a razón de dos ton métricas por hectárea, como rendimiento promedio). Esta estimación fue corroborada por datos disponibles en noviembre de 1997, los cuales indicaron que la producción total en el ciclo primavera-verano cayó a 13.5 millones de ton métricas, una significativa reducción respecto al mismo ciclo en 1996 (14.7 millones de ton métricas). Es posible que esto significará más importaciones, ciertamente no menores a las 3 o 3.5 millones de ton métricas pronosticadas.

⁶⁶ Las importaciones estuvieron principalmente dirigidas a los productores ganaderos, industrias molineras y fabricantes de almidón. Una importante porción de estas importaciones se destinó a la industria forrajera. El consumo animal aumentó constantemente desde 1990, y en 1993 el 26.7 por ciento del consumo total del maíz en México era como forraje, en tanto que el 63.5 por ciento fue para consumo humano directo en forma de productos varios, principalmente tortillas.

⁶⁷ El precio del maíz en la Bolsa de Chicago se elevó de 149 dólares de EU, el 19 de febrero, a 186 dólares por ton el 6 de mayo de 1996. Para el 1 de julio de 1996, el precio del maíz rompió todos los récords y alcanzó los 212 dólares por ton. En términos de valor, estas importaciones significaron un monto de aproximadamente mil millones de dólares.

⁶⁸ Datos proporcionados por la ANEC.

Así, parece probable que las importaciones de maíz seguirán excediendo las cuotas libres de aranceles del TLC (en su periodo de transición), algo que se ve confirmado por las autorizaciones a importaciones sin aranceles para 1997 y los pronósticos para 1998.

D. Flujos de inversión transfronterizos

La inversión privada en la etapa de producción del sector maicero es insignificante. Sin embargo, la inversión extranjera directa (IED) en las industrias procesadoras se mantiene activa desde la década de 1950, particularmente en la producción de cereales comerciales, como es el caso de Kellogg's. No se cuenta con cifras desagregadas sobre la evolución reciente de la IED en estos ramos de la agroindustria.

E. Otros factores económicos condicionantes

El aumento en las importaciones de maíz más allá de los niveles autorizados por el TLC indica que varios factores afectan el comercio en este sector. Uno es la política macroeconómica. Además de un excedente fiscal, la política monetaria ha mantenido un crecimiento lento de los principales agregados monetarios, junto con ajustes periódicos en el suministro de dinero. Las tasas de interés y los tipos de cambio se ajustaron a las exigencias de una economía abierta y la desregulación de los sectores bancario y financiero. Ha habido una considerable dependencia de la inversión extranjera para financiar el déficit externo de México.

Desde la crisis del peso mexicano de diciembre de 1994, los programas gubernamentales de ajuste y estabilización han proporcionado un marco de referencia que condicionó la producción y el comercio del maíz. Entre diciembre de 1994 y diciembre de 1995, los términos relativos del comercio de maíz quedaron inicialmente afectados por la devaluación del peso. En 1994 las importaciones de maíz cultivado en EU se hicieron más costosas respecto al maíz mexicano, y por un breve lapso los productores maiceros mexicanos tuvieron un margen de protección más elevado. Pero este efecto no duró, pues la tasa de inflación en México en 1995, de 53 por ciento, fue considerablemente más elevada que la de Estados Unidos, de 4 por ciento.⁶⁹

Por consiguiente, en tanto que algunos análisis subrayan los efectos positivos de la devaluación sobre la competitividad del maíz mexicano, cualquier efecto positivo para los productores de maíz provocado por la devaluación de 1995 virtualmente desapareció. El tipo de cambio está sobrevaluado para el peso mexicano,⁷⁰ y desde mediados de 1996 las importaciones generales crecieron más rápido que las exportaciones. La devaluación fue parte de un ajuste ortodoxo a través de los precios relativos y, como tal, se vio acompañada por una contracción en las políticas fiscal y monetaria.

Precios

Desde 1990 ha habido una disminución constante en el precio real del maíz en México (véanse Cuadro 20 y Gráfica 8). Si se toma 1994 como referencia, los precios de garantía cayeron en un 45 por ciento desde 1990.⁷¹

⁶⁹ En 1996 la inflación en México fue de 26 por ciento. Las referencias a la devaluación y su impacto sobre los precios del maíz con frecuencia ignoran el hecho de que la inflación nacional no es la misma para todo artículo. Durante el primer trimestre de 1995, la inflación media fue superior al 16 por ciento. Sin embargo, el precio de los fertilizantes aumentó en un 43 por ciento, la maquinaria y equipo agrícolas en un 42 por ciento, y los insecticidas y herbicidas en 38 por ciento. Durante ese periodo los precios del maíz no sufrieron cambios.

⁷⁰ Entre el 10 y 15 por ciento, según las fuentes de comparación de las tasas de inflación consultadas.

⁷¹ La importación del maíz aumentó considerablemente después de 1994, y continuó la tendencia a la baja de sus precios. El precio internacional del maíz reanudó su tendencia a la baja en 1996-1997. Tras la reducción de las existencias mundiales durante 1995 y 1996, y el subsiguiente aumento en los precios internacionales, aumentó la producción de maíz en Estados Unidos. Los pronósticos de la demanda de China, Japón y otros grandes importadores (incluido México) fortalecen este renovado argumento para incrementar la producción. La nueva ley agrícola en Estados Unidos apoya el uso de una mayor superficie para la producción del maíz. Actualmente, el precio del maíz alcanzó los 2.4 dólares estadounidenses por bushel (110 dólares por ton, u 850 a 900 pesos por ton). Sin embargo, es importante hacer notar que hay señales de que el precio internacional del maíz se elevará en la próxima década si no hay mayores incrementos en la producción (Cimmyt, 1994).

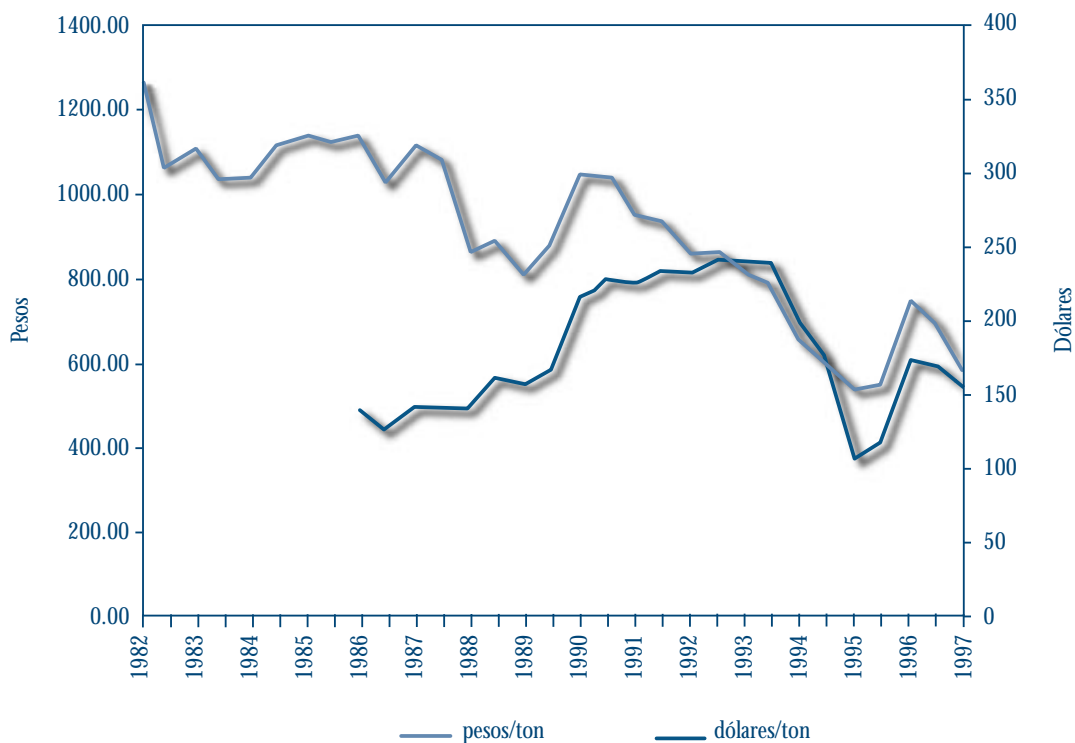
Cuadro 20 Precios reales del maíz, 1975-1995

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
	1232.9	1311.4	1260.4	1072.6	1089.0	1102.4	1267.7
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
P-V	1324.2	1117.6	1047.2	1137.3	1139.8	1118.5	857.1
O-I	1069.9	1038.8	1119.4	1126.5	1026.4	1082.5	885.7
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
P-V	809.5	1055.7	954.1	859.0	815.9	660.3	536.7
O-I	884.6	1045.6	938.1	860.8	789.0	590.8	552.6
	1996	1997					
P-V	755.3	571.4					
O-I	681.7						

Todos los precios en pesos de 1994 por tonelada métrica.
 P-V= Ciclo primavera-verano. O-I= Ciclo otoño-invierno.

Fuentes: Boletín de información mensual del sector agrícola, *Sagar*. VI Informe de Gobierno, *CSG*, 1994.

Gráfica 8 Maíz: Precios de garantía en pesos y dólares



Desde 1996 el precio nacional para el maíz blanco estaba a la par, y en algunos casos por abajo, de los precios internacionales. La Conasupo utiliza el precio internacional para el maíz amarillo como guía para sus precios de garantía.⁷² Luego suma costos de transporte hasta el punto de entrada y costos de introducción a los puntos de consumo, con el fin de determinar el “precio de indiferencia”. La Conasupo compra maíz al “precio de indiferencia”, estableciendo de este modo un precio de referencia para el maíz en el mercado nacional. El precio de indiferencia no toma en cuenta el diferencial de precios entre el maíz amarillo y el blanco en el mercado internacional.

El resultado es un precio que incorpora todos los costos reales y que no representa ninguna medida de protección efectiva. El precio final y efectivo de mercado del maíz es equivalente o inferior al precio de indiferencia. En muchas regiones, los productores se topan con un mercado de compradores donde el precio de mercado está por debajo del precio internacional (de indiferencia). El periodo de transición de 15 años establecido de conformidad al TLC fue diseñado para permitir una correspondencia gradual de los precios nacionales con los internacionales, pero esta convergencia tuvo lugar en tan sólo dos años y medio.

El Cuadro 21 muestra que el maíz blanco es considerado una mercancía distinta y representa en promedio un precio 25 por ciento más elevado que el del maíz amarillo en el mercado internacional.

Cuadro 21 Índices diferenciales de precios entre el maíz blanco y el amarillo

	a	b	a/b
Año	Maíz blanco	Maíz amarillo	
1988	123	98	1.25510204
1989	134	103	1.30097087
1990	118	102	1.15686275
1991	115	98	1.17346939
1992	118.5	95	1.24736842
1993	97	93	1.04301075
1994	112	102	1.09803922

Precios internacionales expresados en dólares de EU.

Fuente: Salinger, Metzler y Arndt, 1995.

En México, los precios nacionales siguen convergiendo con los internacionales. Los actuales precios del maíz en México van de menos de 1,210 nuevos pesos (NP) por ton en casi todos los estados, a más de 1,270 NP en Chiapas y 1,290 NP en Sinaloa. En Sinaloa hay un incentivo especial de 35 NP si se cumple con ciertas normas de calidad, y otro incentivo de 20 NP para el maíz seco. Los precios de indiferencia en las zonas de consumo ya están en esta escala, como puede apreciarse en el Cuadro 22. El precio internacional del maíz se convirtió efectivamente en la referencia de la Conasupo para fijar sus precios de garantía.

⁷² La Conasupo es la entidad responsable de la comercialización y distribución de alimentos, y de la instrumentación de políticas de apoyo para maíz y frijol.

Cuadro 22 Precios de indiferencia del maíz por lugar de entrada y zona de consumo

Estados	Puerto o frontera	Zona de consumo
Baja California	1,094.18	1,163.95
Coahuila	1,008.32	1,137.39
Chiapas	969.22	1,124.82
Chihuahua	1,025.27	1,152.46
Distrito Federal	969.22	1,101.84
Guanajuato	1,008.32	1,206.35
Guerrero	1,022.22	1,218.26
Hidalgo	969.22	1,099.28
Jalisco	1,023.73	1,150.86
México	969.22	1,106.94
Michoacán	1,022.22	1,154.40
Nuevo León	1,008.32	1,124.62
Oaxaca	969.22	1,104.39
Puebla	969.22	1,086.51
San Luis Potosí	1,008.32	1,175.70
Sinaloa	1,023.73	1,143.20
Sonora	1,066.01	1,184.62
Tamaulipas	969.22	1,114.61
Veracruz	969.22	1,033.99

Precio internacional (26 de junio de 1997) (Pesos de 1994 por tonelada).

Nota: Los precios asociados con los puntos marítimos de entrada son promediados a partir de los precios del maíz amarillo No. 2 en los mercados locales del Golfo; otros, con datos suministrados por los comerciantes.

Fuente: Sagar, Centro de Estadísticas Agrícolas y Ganaderas (con base en datos de empresas comercializadoras e intermediarios, FFCC, Buroconsa y Banco de México).

Los Cuadros 23 y 24 presentan la relación entre los precios nacionales de garantía y los precios del maíz importado, e indican cómo había menguado la protección a causa de la devaluación de 1994. El nivel de protección implícita (columna 3, Cuadro 23) aumentó a un promedio del 32 por ciento en 1995, cuando el peso estaba subvaluado. En 1997 la diferencia entre los precios de granos importados y los precios de garantía nacionales virtualmente había desaparecido. En Monterrey, el precio de las importaciones era menor que el precio de garantía.

Cuadro 23 Precios de maíz nacional e importado

Año	Precios de garantía/A	Precios del maíz importado en lugares de consumo/B (promedios semestrales)			Protección implícita/C (porcentajes)		
		Guadalajara	D.F.	Monterrey	Guadalajara	D.F.	Monterrey
1989(1)	370	342.19	327.53	322.64	-7.52	-11.48	-12.80
1989(2)	435	330.74	316.57	311.84	-24.05	-27.31	-28.39
1990(1)	600	388.88	372.21	366.66	-35.19	-37.96	-38.89
1990(2)	663	375.74	359.64	354.27	-43.33	-45.76	-46.57
1991(1)	680	394.10	377.21	371.58	-42.04	-44.53	-45.36
1991(2)	715	404.81	387.46	381.67	-43.38	-45.81	-46.62
1992(1)	715	429.15	410.76	404.63	-39.98	-42.55	-43.41
1992(2)	750	361.82	346.31	341.15	-51.76	-53.82	-54.51
1993(1)	750	364.50	348.88	343.68	-51.40	-53.48	-54.18
1993(2)	750	412.59	394.91	389.01	-44.99	-47.35	-48.13
1994(1)	650	486.02	465.19	458.24	-25.23	-28.43	-29.50
1994(2)	600	406.18	388.77	382.97	-32.30	-35.20	-36.17
1995(1)	658	822.12	786.89	775.14	25.04	19.68	17.89
1995(2)	815	1107.00	1059.56	1043.75	35.83	30.01	28.07
1996(1)	1300	1669.02	1601.52	1583.62	28.39	23.19	21.82
1996(2)	1300	1450.81	1406.03	1378.61	11.60	8.16	6.05
1997(1)	1200	1276.03	1208.89	1162.10	6.34	0.74	-3.16

A. Precios de garantía y concertados manejados por la Conasupo para los ciclos O-I (1) y P-V (2).

B. De 1989 (1) a 1995 (2), el precio en el lugar de consumo se estimaba sumando un porcentaje fijo al precio internacional, que era de 40 por ciento para Guadalajara, 34 por ciento para el Distrito Federal y 32 por ciento para Monterrey; para los años posteriores se utilizaron datos proporcionados por la ANEC.

C. (A-B)/A.

Fuente: Estimaciones de la Conasupo y el Boletín de la ANEC (con datos de USDA, CBOT, Sicsa y Acerca), de varios años.

Cuadro 24 Precios de garantía y concertados en pesos y dólares

Año	Constante*	Actual	Tipo de cambio	Precios de garantía (en dólares de EU)
1990 O-I	1055.75	600	2.77	216.2
1990 P-V	1045.60	663	2.90	228.4
1991 O-I	954.12	680	2.98	227.8
1991 P-V	938.07	715	3.05	234.1
1992 O-I	858.98	715	3.06	233.2
1992 P-V	860.83	750	3.10	241.3
1993 O-I	815.94	750	3.10	241.4
1993 P-V	789.00	750	3.11	240.6
1994 O-I	660.32	650	3.25	199.5
1994 P-V	590.76	600	3.51	170.6
1995 O-I	536.69	658	6.21	105.8
1995 P-V	552.59	815	6.77	120.3
1996 O-I	755.28	1300	7.49	173.5
1996 P-V	681.70	1300	7.68	169.1
1997 O-I	571.41	1200	7.87	152.4

Precio de garantía por tonelada.

*Precios constantes en 1994.

Fuente: Estimaciones del autor con base en datos del VI Informe, CSG, 1994; Sagar; Banco de México.

IV. Vínculos con el medio ambiente

La forma en que un incremento en las importaciones y la caída en los precios del maíz ejercen un impacto sobre el medio ambiente depende de la dinámica de producción, la infraestructura física, la organización social y la política gubernamental. La importancia y el impacto independiente de estos procesos están marcados por el hecho económico inusual de que frente al aumento en importaciones y la caída de los precios, la producción nacional de maíz en México se ha mantenido o incrementado. Esta sección se inicia con una revisión de las políticas gubernamentales derivadas del TLC. La segunda sección se concentra en las respuestas tecnológicas y de producción asociadas con los cambios en el régimen macroeconómico del que el TLC es parte. La tercera considera el desarrollo de la estructura física. La cuarta examina el papel de la organización social en respuesta al régimen macroeconómico al que contribuye el TLC.

A. Política gubernamental

La liberalización del comercio de maíz, con su aumento en las importaciones y caída de precios, prometía una importante ganancia ambiental por la reducción de los subsidios de facto para la producción en tierras marginales, y la consecuente disminución de la presión ambiental que causa tal producción, y por la intensificación de los patrones de especialización (Téllez, 1992; Levy y Van Wijnbergen, 1992, 1995). La igualación del precio del maíz mexicano con el precio internacional del grano representa el fin de dichos subsidios.⁷³ Se espera que la igualación de los precios del maíz mexicano con los precios internacionales generará reducciones significativas en los precios nacionales. La liberalización comercial se ve acompañada de un nuevo régimen de subsidios para la agricultura, de modo que los sistemas de apoyo a los precios son sustituidos por pagos directos a los productores. Esto es congruente con las tendencias internacionales y con el Acuerdo sobre Agricultura que cubre los pagos directos a los productores y el apoyo para el ingreso desfasado (GATT, 1994, Anexo 2).

Los ingresos de los productores y su capacidad de mantener protegido el entorno ecológico debían aumentar por medio de varios programas gubernamentales: pagos del Procampo con base en la extensión de la propiedad, en vez de a partir de los cultivos específicos; créditos del FIRA para comprar semillas, fertilizantes o plaguicidas, y el precio de compra fijado por la Conasupo para maíz y frijol.

El sistema de precios de garantía de la Conasupo está sujeto a severas presiones. Esto mismo ocurre con los pagos del Procampo. Los precios del maíz cayeron en términos reales, y se redujeron las operaciones generales de la Conasupo. Ésta reajustó sus precios en 1995-1996, pero aquéllos siguieron rezagados respecto a los precios del mercado para 1995 y 1996. Los pagos del Procampo eran de 440 pesos por hectárea en el ciclo primavera-verano de 1995: esto significa que este rubro experimentó un incremento nominal del 25 por ciento ese año. En general, el valor real del apoyo a los ingresos directos no mantuvo su paridad respecto a la declinación en los precios del maíz para los productores, reduciendo su capacidad general para proteger el medio ambiente. Además, la instrumentación de estos programas podría favorecer a los productores que compran paquetes de insumos de alta tecnología, a los estados que producen maíz de modo competitivo y a consumidores de industrias intensivas en capital.

⁷³ El precio internacional correspondiente al maíz para los productores de México está dominado por el precio del maíz en Estados Unidos. Los índices diferenciales de costo y rendimiento entre la producción maicera en México y la de Estados Unidos son significativos: los rendimientos promedio de maíz por hectárea en México y Estados Unidos son de aproximadamente 1.7 y 7.0, respectivamente.

Al mismo tiempo se redujo la disponibilidad de crédito en los bancos de desarrollo oficiales dirigidos hacia la agricultura. En 1994-1995 hubo un gran incremento en la cartera vencida, lo que hizo que el gobierno instrumentara un programa de rescate financiero para el sector bancario. El programa de rescate costó 20,000 millones de dólares, pero aun así sigue creciendo el índice de la cartera vencida (Nadal, 1997). Esto podría tener implicaciones sociales en las zonas rurales.

Esta sección revisa algunas de las políticas gubernamentales críticas que influyen en el sector maicero. Algunas fueron instrumentadas antes del TLC, y otras en conjunto con el TLC. Se describen aquellas que no están relacionadas con el TLC para establecer el contexto político en el que opera el sector bajo la liberalización comercial.

1. El Procampo

En años recientes se mantuvieron las políticas para el apoyo del maíz y se transformaron en un subsidio directo por hectárea, con base en la tenencia o propiedad de la tierra, a través de un sistema de precios de garantía para el maíz y el frijol, proporcionado por el Procampo, el cual se inició en 1994. El Procampo hace pagos directos a los productores para compensar las pérdidas de ingresos durante el periodo de transición, mientras los precios nacionales convergen con los precios internacionales. Este subsidio es consistente con las tendencias en las negociaciones comerciales internacionales en lo que se refiere a políticas de apoyo para la agricultura. Se ideó para que actúe como una fuerza neutral sobre las decisiones de los productores respecto a la asignación de recursos. De este modo, elimina la relación entre subsidios de ayuda y cultivos específicos, permitiendo que los productores respondan a las señales del mercado. El Procampo se aplica a nueve cultivos. A mediados de 1997 se fijaron los pagos del Procampo a razón de 556 NP por hectárea. Éstos deberían permanecer en un nivel constante durante los primeros cinco años de instrumentación, y luego se eliminarían gradualmente durante un periodo de diez años. En el Cuadro 25 se describe la evolución de los pagos del Procampo.

El Procampo se diseñó para promover una agricultura sustentable y el uso racional de los recursos naturales. Hay quienes argumentan que los cultivos que anteriormente disfrutaban de precios de garantía relativamente altos correspondieron en su mayor parte a regiones con suelos frágiles, patrón que favoreció la erosión y el uso inmoderado de fertilizantes. La reducción en las distorsiones de los precios debería, por consiguiente, dar como resultado la conservación y el uso más eficiente de los recursos naturales (OCDE, 1997b, 75). El Procampo también se concibió para impedir el deterioro ambiental, mejorando la calidad de vida de los productores y reduciendo la incertidumbre de los flujos de ingresos. Está diseñado para prevenir que los productores cultiven en laderas, donde es alto el riesgo de erosión, y promover la reforestación, mediante la ayuda continua a los productores que dedican tierras a la silvicultura. Además, al eliminar las distorsiones en los precios, su intención es estimular una producción aceptable en términos ambientales y la diversificación de cultivos (SARH, 1994).

La desregulación del sistema de precios de los principales insumos, como fertilizantes y plaguicidas, o híbridos y variedades mejoradas, es otro elemento importante en la estrategia de ajuste, aunque no está directamente relacionado con el Procampo. Esta política implica la eliminación gradual de los sistemas de precios de garantía, colocando a los productores en una posición más realista respecto a los insumos, en tanto que al mismo tiempo se aumenta la productividad. Esto debería conducir a un uso más eficiente de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, lo cual reduciría la acumulación de residuos en los cuerpos de aguas superficiales, moderaría el agotamiento del líquido y disminuiría la contaminación de los mantos acuíferos.

Cuadro 25 Pagos del Procampo en términos reales, 1994-1997

Primavera-Verano				
Año	Nominal (NP)	Constante (a) (NP)	Constante (b) (NP)	Nominal (c) (Dls. EU)
1994	350	350	350	-
1995	440	440	440	-
1996	484	632	640	-
1997	557	778	800	69.6
Otoño-Invierno				
Año	Nominal (NP)	Constante (a) (NP)	Constante (b) (NP)	Nominal (c) (Dls. EU)
1993-94	330	-	-	-
1994-95	400	-	-	-
1995-96	440	440	-	-
1996-97	484	711	716	-
1997-98	557	832	852	69.6

(a) Nivel estimado de pagos del Procampo que deben permanecer a valores constantes mediante el uso del índice general de precios al consumidor de la economía mexicana.

(b) Nivel estimado de pagos del Procampo que deben mantenerse a valores constantes mediante el uso del índice de precios para los productores agropecuarios (índice de precios de insumos).

(c) Pagos nominales del Procampo al siguiente tipo de cambio en 1997= 8.00 NP pesos por dólar.

Fuente: Estimación del autor con datos de los ASERCA en 1997 (www.infoaserca.gob.mx) y utilizando el índice de precios del Banco de México.

De este modo, hay quienes podrían argumentar que, conforme se cancelan gradualmente los aranceles, se suprimen progresivamente los subsidios, se desajustan las políticas de apoyo respecto de las decisiones de producción y se eliminan las distorsiones de los precios mediante la desregulación, los productores de maíz blanco deberían dejar de talar bosques templados o tropicales. Las tierras marginales también deberían dejar de ser explotadas, poniendo fin a esta fuente de tensión sobre los suelos inadecuados. Aunque podrían persistir los problemas ambientales anteriores al TLC, el balance del impacto ambiental del régimen del TLC para el maíz es positivo. Las nuevas tecnologías, que podrían adoptarse e instrumentarse con mayor facilidad debido al nuevo régimen del TLC, aumentarían este resultado benéfico para el medio ambiente.

Sin embargo, hay algunos indicios de que en muchas regiones los pagos del Procampo se relacionaron con la compra de fertilizantes, semillas o plaguicidas.⁷⁴ De esta manera, los pagos del Procampo quizá comenzaron a tener el papel de líneas de crédito a muy corto plazo para los productores agrícolas. Este resultado es importante, dado que la inflación afectó desproporcionadamente a los productores agropecuarios, en comparación con el índice general de precios. El Cuadro 26 ilustra la tendencia de los precios de insumos agrícolas entre 1994 y 1996.

Al mismo tiempo, las instituciones de crédito rural virtualmente desaparecieron. Una institución que aún subsiste es Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), pero sus operaciones benefician esencialmente a las empresas privadas productoras y proveedoras de semillas, fertilizantes y plaguicidas. Esto es realizado mediante un mecanismo que involucra al Procampo y permite a los campesinos autorizar el pago directo de los cheques del Procampo a los proveedores de semillas, fertilizantes o plaguicidas. Esta operación recibe apoyo complementario de los FIRA mediante ayuda crediticia a estos proveedores de paquetes tecnológicos intensivos en compuestos químicos. Este paquete tecnológico es reforzado además mediante la política *kilo por kilo*.

⁷⁴ Comunicación personal, Pedro Aquino y Víctor Suárez, 1997.

Cuadro 26

Evolución de los precios de los insumos agrícolas en México, 1994-1996

	1994	1995	1996
Maquinaria agrícola y combustible	100	162.49	197.23
Agroquímicos	100	152.9	215.8
Aditivos y fertilizantes	100	148.3	218.3
Sulfato de amonio	100	152.1	219.5
Urea	100	160.3	264.6
Superfosfato de calcio	100	136.7	182.5
Nitrato de amonio	100	137.9	197.5
Insecticidas y plaguicidas	100	166.3	212.6

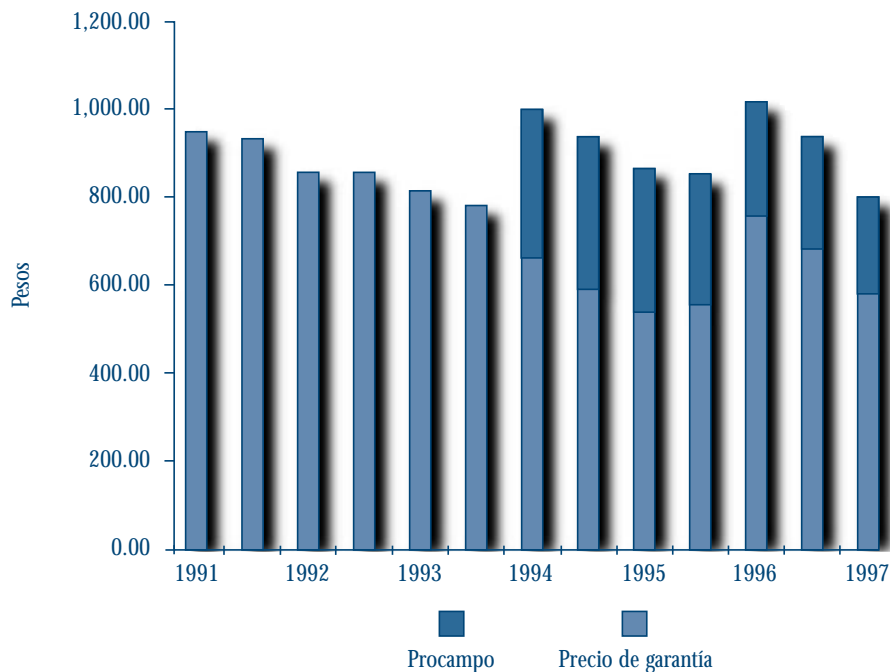
Relaciones porcentuales con base en nuevos pesos de 1994.

Fuente: ASERCA y Banco de México.

Por consiguiente, es obvio que está cambiando el papel del Procampo. Diseñado inicialmente como pago de compensaciones no relacionado con las decisiones de producción, el Procampo se está convirtiendo gradualmente en un instrumento que afecta la elección de una tecnología que no necesariamente es la mejor desde la perspectiva ambiental. La Gráfica 9 indica que la caída en términos reales de los precios del maíz nacional produce una pérdida del ingreso no compensada totalmente por los pagos del Procampo.⁷⁵

Gráfica 9

Precios de garantía y pagos del Procampo



⁷⁵ La caída en los ingresos de los productores de maíz se interrumpió en 1996, como resultado de un aumento en sus precios, en parte debido al alza en los precios internacionales y en parte a la evolución de los precios relativos en la economía mexicana, en donde el ajuste a la inflación de 1996 tuvo que tomar en cuenta las altas tasas de inflación tanto en 1995 como en 1996 (de 52 y 25 por ciento, respectivamente). Los ingresos volvieron a caer después de 1996, y los pagos de Procampo no conservaron su valor en términos reales.

2. La Conasupo

La Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo) es la empresa estatal responsable de la comercialización y distribución de alimentos. Creada en los años cuarenta, también es responsable de la instrumentación de políticas de protección para maíz y frijol, los dos cultivos con precios de compra garantizados. El precio de compra promedio de la Conasupo es mayor que su precio de venta. El subsidio total no es equivalente al diferencial de precios (entre los precios de garantía y los de venta), pero también incorpora el costo de transporte y almacenaje.

Como reacción a las condiciones estipuladas en el capítulo VII del TLC, el papel de la Conasupo en la compra del maíz nacional disminuyó desde 1994, cuando comenzó a comprar menos maíz a los productores mexicanos. Esta tendencia aún continuaba en 1997. Además, la Conasupo es selectiva en sus compras de maíz. No opera en todos los mercados y tiende a comprar más maíz en estados altamente competitivos, como Jalisco, Sinaloa y, en menor medida, en las regiones competitivas de Chiapas. Opera menos en los estados más vulnerables a la competencia, donde con frecuencia los productores tienen pocas o ninguna alternativa debido a variables como calidad del suelo, altitud o latitud.

Durante el periodo de transición, la Conasupo ha estado en un proceso de reducción de sus operaciones, en términos de volumen, valor y cobertura geográfica. En 1996 compró 1.7 millones de ton métricas de maíz a un precio de 1,335 dólares estadounidenses por ton en Sinaloa, donde los productores operan con sistemas de riego, en buenos suelos y con infraestructura moderna (los mismos productores que podían producir cosechas más rentables).⁷⁶ Al mismo tiempo, la Conasupo virtualmente cesó operaciones en otros estados como Oaxaca, Guerrero y Puebla. Los grandes inventarios que adquirió de sus operaciones en Sinaloa son vendidos a menor precio, algunos a empresas extranjeras que operan en los mercados internacionales.

Conforme la Conasupo sigue reduciendo sus operaciones en términos de valor y volumen, los precios regionales sufren impactos diferenciales debido a las desiguales intervenciones de esta institución. En algunos casos, los precios internos son incluso inferiores que los precios internacionales.⁷⁷ Hasta el 5 de noviembre de 1997 la Conasupo aún no había anunciado sus precios para la siguiente temporada, con lo cual provocó acaparamiento y un comportamiento especulativo de los participantes del mercado en muchas zonas.⁷⁸

Al mismo tiempo que están disminuyendo los subsidios a los productores, los relacionados con los consumidores aún son cuantiosos. Los “subsidios al consumo” son canalizados a través de la Conasupo que ofrece precios especiales a las grandes empresas y a los molinos de la industria harinera (la mayoría de los cuales están integrados verticalmente con la producción de tortilla). Las personas consumen la mayor proporción de maíz en México. Sin embargo, el uso como forraje se incrementó de modo sostenido desde 1990. En 1993 representaba más del 26 por ciento del consumo total (Cuadro 27).

El maíz para el consumo humano directo se canaliza por tres vías distintas. La primera es la preparación de diversos productos alimenticios (tortillas, tamales y otros) por parte de los productores de subsistencia. La segunda es mediante la preparación de sémola de grano a través de un proceso tradicional (nixtamal) que requiere, entre otras cosas, añadir cal a la mezcla. El resultado de este proceso es la masa de maíz con la que se preparan las tortillas. Este proceso es realizado por miles de pequeñas tortillerías en todo el país. Estas tortillerías son proveídas por los nixtamaleros (frecuentemente, una sola persona es propietaria de cadenas de varias unidades o molinos de nixtamal). La tercera es mediante la fabricación industrial de harina de maíz que se comercializa como harina o, en el caso de grupos de integración vertical, es procesada para hacer masa y tortillas que se venden como producto final.

⁷⁶ A un tipo de cambio de 7.5 pesos por dólar de EU.

⁷⁷ Comunicación personal, Víctor Suárez, ANEC, 1997.

⁷⁸ Esto ocurre en el contexto de ligeros incrementos en los precios internacionales, la incertidumbre sobre El Niño, la demanda internacional de China, los huracanes en el sur de México y la sequía en otras regiones maiceras del país. Comunicación personal, Víctor Suárez, ANEC, 1997.

Del suministro total de los insumos básicos para tortillas, el 50 por ciento es comercializado con los productores industriales de tortillas, y el 50 por ciento con los nixtamaleros. En el proceso de competencia de estas dos tecnologías, el peso se desplaza en favor del proceso industrial intensivo en capital. Los indicios preliminares muestran que el proceso industrial intensivo en capital posee economías de escala y genera menos empleo que las unidades más pequeñas que operan con el proceso de nixtamal. Hay indicios de que se está promoviendo este proceso de sustitución técnica.⁷⁹

Cuadro 27 Consumo de maíz por destino (%)

Año	Consumo humano directo	Ganado	Usos industriales	Semillas	Pérdidas
1987	80.1	11.1	5.0	1.2	2.7
1988	83.1	8.2	4.9	1.2	2.7
1989	82.9	8.2	5.5	1.1	2.3
1990	79.4	10.6	6.6	1.0	2.4
1991	76.8	13.1	6.2	1.0	2.9
1992	74.4	15.1	6.4	1.0	3.1
1993	63.5	26.7	5.6	0.9	3.2

Fuente: Sagar, Centro de Estadísticas Agropecuarias, 1995.

En el segmento que opera con harina industrializada, dos grandes empresas, Maseca y Minsa, controlan casi la totalidad del mercado.⁸⁰ En 1996, el volumen de operaciones con harina de maíz industrial se distribuía entre las principales firmas en las siguientes proporciones: Maseca, 70 por ciento; Minsa, 27 por ciento; Agroinsa, 2 por ciento; Hamasa, 1 por ciento. Es claro que el notable incremento en el volumen de ventas en harina industrial, aun en plena crisis económica, se debe a la rápida conversión de ese mercado al uso de harina industrializada en la producción de tortillas. Las ventas de Maseca se incrementaron en 17 por ciento en 1995, y la empresa anunció tasas de crecimiento de 23 por ciento en 1996, y proyecciones de 13 por ciento para 1997 y 15 por ciento para 1998. Maseca importó 714,500 ton métricas de maíz en 1996.

Estas empresas reciben un subsidio del gobierno que representa un significativo porcentaje de las ventas totales. En términos de volumen, la mayoría del tonelaje vendido está subsidiado. Maseca recibió subsidios que representaban un 49 por ciento de las ventas totales en 1995 y un 47 por ciento en 1996. La proporción es similar en el caso de Minsa (Cuadro 28).

Los subsidios para los consumidores de tortillas se iniciaron en la Ciudad de México en la década de los cincuenta, y para 1972 se habían extendido a todo el país. A principio de los años ochenta, estos subsidios se transmitieron mediante ventas directas de la Conasupo a precios de descuento a los propietarios de las miles de unidades de nixtamal. Las otras industrias que utilizaban maíz como insumo debían comprarlo directamente a los productores a los precios de garantía en curso. La Conasupo luego compensaba a los productores de harina con un monto equivalente a la diferencia entre el precio de garantía que se acumulaba a los productores de maíz, además del transporte, el almacenaje y los costos administrativos, y el precio al que la Conasupo vendía el maíz a los productores tradicionales de masa o nixtamaleros.

⁷⁹ Hay nueve estados en México (Aguascalientes, Colima, Chihuahua, Nayarit, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora y Tabasco) donde la disponibilidad de maíz subsidiado está restringida. En tales estados prácticamente todo el suministro de tortilla depende de la harina industrial porque, a los actuales precios del mercado, el método tradicional se vuelve incosteable.

⁸⁰ Grupo Industrial Maseca (Grimsa) es subsidiaria mexicana de Gruma, un consorcio que ocupa el primer lugar en producción de harina de maíz y tortilla en Estados Unidos, México y América Central. Las ventas de Grimsa representan el 54 por ciento de las operaciones de Gruma, y el 80 por ciento de sus ingresos brutos.

En 1990 se promulgaron nuevas reglamentaciones para determinar el pago de los subsidios a la producción y venta de harina de maíz para nixtamal. Éstas estipularon que el reembolso a las empresas harineras no discriminaría entre los productores de harina, poniendo de este modo a las plantas industriales al mismo nivel que los productores tradicionales (nixtamal).⁸¹ En 1996 se aprobaron otras reglamentaciones⁸² mediante las cuales la Conasupo seguiría vendiendo maíz a precios de descuento, pero los productores de masa tradicionales y modernos tendrían la opción de comprar a la empresa estatal o a través de los canales privados. En esta última instancia tendrían derecho a un pago suplementario.⁸³ Un nuevo método para calcular los “precios de indiferencia” y las operaciones de la Conasupo implica la convergencia de los precios nacionales e internacionales mucho antes de que expire el periodo de transición estipulado en el TLC.

Cuadro 28 Subsidios gubernamentales a la industria de harina de maíz

Miles de pesos actuales				
Empresa	1993	1994	1995	1996
Gimsa	1,473	1,616	1,924	2,679
Minsa	491	730	1,034	–
Total	1,928	2,346	2,958	2,679
Miles de pesos constantes de 1994				
Empresa	1993	1994	1995	1996
Gimsa	1,537	1,616	1,425	1,477
Minsa	525	730	766	–
Total	2,063	2,346	2,191	1,477

Nota: Los totales fueron redondeados.

Fuente: ASERCA.

Los subsidios totales a los consumidores de tortilla significaron un monto de más de 8,000 millones de nuevos pesos en 1996. Gracias a este subsidio el precio de las tortillas en México siguió siendo de 1.40 NP por kilo. Según los productores industriales de tortilla, en ausencia de este subsidio los precios de la tortilla alcanzarían los 2.70 NP por kilo. La reducción de las operaciones de la Conasupo significa que esta empresa estatal mantiene sus funciones regulatorias, pero éstas son realizadas por medio de la administración de subsidios directos a la industria harinera, en vez de controlar los volúmenes del suministro.

En agosto de 1997 el precio de la harina de tortilla aumentó a 1.70 NP el kilo.⁸⁴ La Conasupo proporciona un fuerte subsidio a la industria harinera. Compra maíz a 1,335 NP (en su mayor parte en las muy productivas zonas del noroeste) y lo vende a la industria harinera en aproximadamente 400 NP por ton. La Conasupo absorbe todos los costos financieros. El precio de las tortillas no ha disminuido por la disponibilidad de insumos más baratos para la industria harinera (debido a las importaciones de maíz). De este modo, en el México rural los productores tradicionales de maíz han seguido produciéndolo a pesar de la caída en los precios para los productores.

⁸¹ Los pagos se hacían quincenalmente y estaban determinados por la diferencia entre el precio recibido por la Conasupo de los productores tradicionales de masa y el llamado Costo Integrado de Maíz (CIM), dividido entre un factor de conversión física. El CIM estaba fijado a distintos niveles según el ciclo agrícola, costos de transportación, precios de garantía y factores de temporadas.

⁸² Decreto que estableció un subsidio a la harina de maíz para consumo humano (en vigencia desde el 1 de junio de 1996). *Diario Oficial*, 31 de mayo de 1996.

⁸³ Los pagos suplementarios acumulados para los productores se calculan con base en el precio de indiferencia (PI). El cambio en el precio de referencia responde al deseo de permitir que los productores de harina y de masa de maíz tradicional compren maíz lo mismo en el mercado nacional que en el internacional. En caso de gastos incurridos en dólares de Estados Unidos, el subsidio gubernamental cubriría pago de intereses por 60 días: 30 días para tránsito de inventarios y 30 días para almacenaje, más otros gastos por la conversión de la moneda.

⁸⁴ Esto representó un aumento de 20 centavos.

3. Alianza para el Campo

El programa gubernamental más reciente para el sector agropecuario es Alianza para el Campo (AC). El programa se inició en 1995 y está diseñado para operar entre 1996 y el año 2000. Su objetivo es aumentar la productividad y la competitividad en el sector agrícola en el contexto de una economía abierta. El presupuesto total del programa era de 250 millones de dólares estadounidenses en 1996.

Entre sus objetivos se incluyen:

- aumentar los ingresos netos para los productores,
- mantener tasas de crecimiento de la producción agrícola superiores al crecimiento demográfico,
- conseguir un superávit en la balanza comercial agropecuaria y la autosuficiencia en productos básicos,
- reducir las disparidades regionales, y
- contribuir de manera duradera a los esfuerzos para erradicar la pobreza rural.

El programa está diseñado para lograr estos objetivos a través del refuerzo del flujo de capital y tecnología hacia la agricultura, a partir de la adquisición de maquinaria y herramientas para aumentar la productividad, la reducción de los riesgos en los sistemas de temporal, el mejoramiento del manejo posterior a las cosechas y la diversificación de la producción. De conformidad con el programa, se hacen pagos únicos directamente a los productores.

Algunos de los componentes más importantes del programa son los siguientes:

- El subprograma *kilo por kilo* busca aumentar la productividad media de maíz, frijol, arroz y chícharo, alentando el uso de semillas mejoradas y certificadas de polinización abierta (proporcionadas por la Productora Nacional de Semillas). En el programa *kilo por kilo*, cada kilogramo de las variedades mejoradas, sin importar su precio de mercado, es intercambiado por un kilogramo de maíz o frijol de las cosechas de los productores. El programa está dirigido a los productores que no utilizaron estas semillas en años recientes, pero que tienen la capacidad para utilizarlas. Los productores y regiones abarcados por el programa operan predominantemente en el ciclo de lluvias (primavera-verano). Se espera que los rendimientos de la producción de maíz aumenten en 800 kilogramos por hectárea como resultado de este programa.
- Otros componentes de la AC están orientados hacia una mayor inversión en sistemas de riego, así como hacia el uso de fertilizantes y tracción mecanizada. El programa proporciona hasta un 35 por ciento de los costos totales de inversión en nuevos proyectos de riego (hasta 2,450 NP por hectárea), en tanto que los gobiernos estatales ofrecen otro 10 por ciento. El costo total de este elemento es de 1,200 millones de dólares estadounidenses. La compra de maquinaria también puede ser objeto de apoyo: hasta un 20 por ciento del costo del equipo (hasta 20,000 NP por tractor) y el 30 por ciento de los costos para refacciones. En 1997, Alianza para el Campo consideró la compra y reparación de 11,450 tractores, beneficiando a 39,000 productores.
- El programa también da asistencia a los productores para establecer tierras de pastoreo. El gobierno federal cubrirá hasta un 40 por ciento, y los gobiernos estatales hasta un 10 por ciento del total de las inversiones en semillas, construcción de cercas y otras infraestructuras básicas. También pueden recibir apoyo la planificación y el diseño de nuevos proyectos relacionados con la producción ganadera.

El programa se orienta hacia granjeros prósperos. Para los campesinos, Alianza para el Campo ofrece programas en los estados de Oaxaca y Guerrero, importantes fuentes de trabajadores migrantes. Otra fuente de apoyo son los programas de crédito que implican pequeños préstamos, a corto plazo y sin garantía (*crédito a la palabra*), para la producción, para proyectos individuales de construcción de casa o para la compra de ganado caprino y ovino, ofrecidos a través de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol). Estos programas fueron elaborados especialmente para aliviar la pobreza.⁸⁵

4. Reformas al Artículo 27 de la Constitución

En noviembre de 1991 se introdujeron varias reformas importantes al Artículo 27 de la Constitución federal. Éstas tenían como objetivo principal aumentar el flujo de capital hacia la producción agrícola, de modo que al estimular el cambio técnico y el incremento de la productividad se aumentara la competitividad internacional. También se pensaba que una definición más clara de la tenencia de la tierra repercutiría en una mejor gestión ambiental.

Cuatro de las reformas principales al Artículo 27 fueron las siguientes:

- Se relevó al Estado de la obligación de dotar de tierras productivas a los solicitantes. Se estableció un organismo especial para ocuparse de las demandas pendientes, y se eliminaron los trámites legales que establecían el procedimiento para los solicitantes.
- Se dio a los ejidatarios el derecho a vender, arrendar o utilizar sus parcelas como garantía. También se les otorgó el derecho de formar nuevas asociaciones con inversionistas privados. En empresas de coinversión, se autorizó a los ejidatarios a obtener acciones de tipo T a cambio de sus tierras.
- Se dio a las empresas privadas el derecho de adquirir tierras de conformidad con los límites legales establecidos. Según la nueva reglamentación, una empresa privada de cuando menos 25 individuos puede ser propietaria de hasta 2,500 ha de tierra de riego, 5,000 ha de tierras de temporal, 10,000 ha de pastizales de buena calidad o 20,000 ha de tierras forestales.
- Se crearon dos nuevas instituciones nacionales para regular, arbitrar y negociar conflictos agrarios: la Procuraduría General Agraria y la Suprema Corte Agraria.

Estas enmiendas aumentaron las oportunidades de los ejidatarios para adquirir tierras, y atrajeron capital e inversiones a la agricultura mexicana. La reforma también creó un mercado de tierras. Por entonces, algunas organizaciones expresaron su preocupación de que las reformas provocarían que los ejidatarios más pobres enfrentaran el riesgo de perder sus tierras ofrecidas como garantía en el caso de embargos, agravando así la pobreza rural. Estos mismos grupos pidieron al gobierno investigar la actual tenencia de la tierra para asegurar que miles de posibles solicitantes tuvieran la posibilidad de que se les repartieran tierras. De modo más amplio, la reforma de 1991 al Artículo 27 de la Constitución, al permitir a los ejidatarios vender o rentar sus tierras, reforzó los derechos de la tenencia de la tierra y la gestión ambiental, en tanto que para otros aumentó los riesgos de la pobreza rural.

5. Instituciones bancarias y de crédito

A fines de 1988 se reformó el sector bancario y financiero de México. El paquete de reformas incluyó la liberalización interna, la eliminación completa de controles sobre tasas de interés activas y pasivas, la sustitución de los requisitos para mantener parte de las reservas como depósito en el banco central por los requisitos de liquidez, y la eliminación de la reglamentación que dirigía el crédito hacia ciertas actividades productivas.⁸⁶ Se privatizaron los bancos, el banco central adquirió autonomía, y el sector bancario se abrió al capital extranjero.

⁸⁵ La instrumentación de estos programas parece poco uniforme y los recursos no siempre llegan de manera puntual a los productores. Por ejemplo, en ciertas partes del estado de Veracruz (Tlalixcoyan y Medellín, cerca de la capital del estado), algunos productores perdieron sus cosechas como resultado de retrasos en la tramitación de pequeños préstamos para la adquisición de fertilizantes.

⁸⁶ Anteriormente se exigía a los bancos mantener un cierto porcentaje de sus reservas bajo custodia del banco central. Las reformas eliminaron esta obligación, y en vez de ello establecieron requisitos en lo que se refiere a la composición de los activos.

También se reformaron los bancos de desarrollo. Para 1991 éstos estaban restringidos a operaciones de “segundo piso”, como medida de reducción de riesgos. Virtualmente se eliminaron los subsidios a través de los créditos, y cada proyecto de inversiones debía ser evaluado caso por caso, pretendiendo así asegurar la recuperación de los recursos invertidos. Antes de esta reforma, el principal banco de desarrollo que daba servicios al sector agropecuario era Banrural. En 1989 se reorganizó la cartera de Banrural y se transfirieron los préstamos irrecuperables al Programa Solidaridad, donde se reclasificaron con criterios más benignos o flexibles.⁸⁷ Se modificaron las políticas para la autorización de préstamos, y se consideró como sujetos de crédito únicamente a los productores capaces de una buena organización administrativa.

El tamaño de la cartera vencida quedó afectada por los bancos de desarrollo del sector agropecuario. En 1993 se creó un programa especial para reestructurar esta cartera vencida, reprogramando las deudas de cinco a 15 años e iniciando un servicio especial de asistencia técnica. En 1994 se inició un programa adicional y se reprogramaron 32,000 millones de NP de préstamos vencidos. En 1997 el problema persistía. En términos reales (a precios constantes desde 1993), el valor de todos los créditos irrecuperables en la agricultura aumentó de 2.4 mil millones de NP a 7.6 mil millones de NP en 1994. Para 1997 el monto de los préstamos irrecuperables en la agricultura había llegado a 8,000 millones de nuevos pesos.

En general, el nivel del crédito para los productores agrícolas se encuentra en un mínimo histórico. La proporción de la agricultura respecto al crédito total para el sector privado fue reducida a la mitad desde 1981 (véase Cuadro 29). En términos reales, el monto asignado a la agricultura es comparable con los niveles que tenía a principios de la década de 1990. Al mismo tiempo, muchos productores afrontan los desafíos derivados de la competencia externa.

Existen datos más dispersos sobre el sistema Banrural, una de las dos fuentes de crédito más importantes para los productores de maíz. El Cuadro 30 muestra que entre 1980 y 1994 la proporción de los productores de maíz en las operaciones de Banrural creció de 23 a 42 por ciento. Pero los préstamos a los productores de maíz sufrieron una gran declinación: en términos de valores reales (a precios constantes de 1993), cayeron de 3,000 millones de NP en 1980 a 1.5 mil millones de NP en 1994.

La disminución en la disponibilidad de crédito es más pronunciada para productores de maíz que operan bajo condiciones de temporal que para quienes utilizan sistemas de riego.⁸⁸

Otra fuente de crédito y de préstamos para los productores ha sido el Pronasol. Sus préstamos a corto plazo fueron tradicionalmente poco cuantiosos (1,098 NP por préstamo), pero tenían la ventaja de que no implicaban pagos de intereses ni garantías. La encuesta de los ejidos de 1994 reveló que el Pronasol era más utilizado que Banrural y los bancos comerciales. El monto total que se puso a disposición del sector ejidal representó aproximadamente el 15 por ciento del total de los préstamos. La encuesta sobre los ejidos de 1994 reconoce que la falta de crédito para el sector ejidal es un importante factor que afecta su modernización.

⁸⁷ El Programa Solidaridad es un programa contra la pobreza.

⁸⁸ Los productores con necesidad de crédito tuvieron que autorizar a las autoridades del Procampo a emitir cheques a nombre de los proveedores de insumos. En otros casos, recurren a prestamistas locales que les imponen altas tasas de interés.

Cuadro 29 Crédito total para la agricultura en México, 1981-1996

Bancos comerciales y de desarrollo								
	1981	1985	1990	1992	1993	1994	1995	1996*
(Cifras en millones de pesos de 1993)								
Crédito total	225	366	357	504	583	814	694	615
Comercial	106	180	235	379	437	576	479	439
De desarrollo	81	185	122	125	146	237	214	176
Crédito total								
Agricultura	25	23	30	36	39	47	34	
Comercial	10	11	19	27	29	37	24	
De desarrollo	14	11	11	8	10	9	9	
(Porcentajes)								
Crédito total	100	100	100	100	100	100	100	100
Comercial	55	49	66	75	75	71	69	71
De desarrollo	45	51	34	25	25	29	31	29
Crédito total para la agricultura (proporción respecto al crédito agrícola total)	11	6	8	7	7	6	5	5
Comercial	50	49	62	76	74	77	72	71
De desarrollo	50	51	38	24	26	23	28	29

* Cifras para enero-septiembre. El balance es al 31 de diciembre de cada año.

Las cifras cubren únicamente los créditos destinados al sector privado. Todas las cifras fueron redondeadas.

Fuente: Anuario estadístico del VI Informe de gobierno, 1994, y Banco de México.

Cuadro 30 Crédito a productores de maíz del sistema Banrural

Año	Total	Total de maíz	Porcentaje de variación	De riego	Porcentaje de variación	De temporal	Porcentaje de variación
1980	3.4	0.8		0.07		0.72	
1982	4.3	1.4		0.16		1.27	
1984	4.5	1.3		0.18		1.12	
1986	4.6	1.5		0.25		1.28	
1988	5.9	2.0		0.47		1.59	
1990	2.5	0.5	-64	0.13	31	0.37	-72
1991	1.8	0.4	-11	0.19	42	0.25	-30
1992	1.6	0.5	13	0.22	14	0.29	13
1993	1.6	0.6	25	0.42	90	0.22	-23
1994	1.5	0.6	-2	0.48	13	0.15	-32

Miles de millones de pesos de 1993.

Fuente: Comisión Económica para América Latina.

6. Seguros

El Cuadro 31 muestra que disminuyó la disponibilidad de seguros para todas las cosechas, pero en el caso del maíz (particularmente en la producción de temporal) la cobertura de los seguros quedó virtualmente eliminada.

Entre 1965 y 1990 la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA) se encargaba de proporcionar servicios de seguros a los productores mexicanos. Su principal línea de actividad fueron los seguros de cosechas, de vida y de riesgos sobre todos los préstamos de Banrural. Los seguros de cosechas cubrían riesgos ante factores climáticos, enfermedades e incendios. Los seguros incluían pagos para todos los gastos realizados hasta el momento de la pérdida de la cosecha. En 1989, el 75 por ciento de todas las solicitudes de indemnización correspondía a préstamos irrecuperables de Banrural.

En 1992 se creó una nueva organización, la Compañía Mexicana de Seguro Agrícola (Agroasemex). Esta empresa sigue en actividad y sus operaciones no están relacionadas con los préstamos de Banrural. Se selecciona cuidadosamente a los clientes con base en su potencial comercial. Los productores recibieron un subsidio de hasta el 18 por ciento del costo del seguro en 1991. Este subsidio ha sido incrementado un 30 por ciento. Sin embargo, no todos los productores mexicanos tienen acceso garantizado a una cobertura totalmente confiable.

Cuadro 31 Seguro agrícola por cultivo y ciclos, 1985-1995

Superficie total cubierta (ciclo y cosecha, en miles de hectáreas)										
	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
De riego	1,979	1,817	1,758	1,411	515	241	325	242	301	176
Arroz	103	60	64	81	9	4	4	3	8	7
Frijol	47	110	120	84	27	8	17	21	18	4
Maíz	226	260	330	213	41	26	73	122	136	41
Trigo	665	452	424	430	158	38	91	64	71	72
Ajonjolí	19	20	10	5	2	1	1	0	1	0
Cártamo	18	34	111	62	20	1	1	1	7	1
Sorgo	285	310	265	220	74	18	30	10	11	7
Algodón	138	125	132	71	21	29	2	1	13	34
Soya	250	206	73	155	45	38	26	18	34	10
Cebada	8	15	5	7	1	1	1	2	2	0
Otros	220	225	224	83	117	77	79	N.D.	N.D.	N.D.
De temporal	5,267	5,777	5,284	3,877	1,068	318	323	133	128	145
Arroz	119	95	80	100	11	6	4	1	4	3
Frijol	699	913	960	671	212	20	14	24	21	28
Maíz	2,470	2,919	2,668	1,719	334	81	67	52	55	31
Trigo	120	119	75	77	28	1	2	8	9	6
Ajonjolí	73	64	59	29	11	1	1	0	0	0
Cártamo	190	182	154	87	28	1	2	3	2	0
Sorgo	994	883	644	536	180	38	58	40	32	72
Algodón	2	0	18	10	3	7	1	0	1	0
Soya	79	72	26	59	17	4	5	2	3	3
Cebada	43	72	30	48	4	3	5	3	1	2
Otros	478	458	570	541	240	156	164	N.D.	N.D.	N.D.
Superficie total	7,246	7,594	7,042	5,288	1,583	559	648	375	429	321

Fuente: Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (hasta 1988) y Agroasemex (1989-1995).

7. Investigación y desarrollo agrícolas y asistencia técnica

Entre 1987 y 1994, los fondos asignados en el presupuesto nacional para la investigación y desarrollo científico y tecnológico agrícola cayeron de un 16 a un 7 por ciento. En 1995, el total de transferencias gubernamentales al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), principal centro de investigaciones en México para agricultura, ganadería y recursos forestales, representó un monto de 48 millones de dólares estadounidenses en ese año; los gastos totales de investigación y desarrollo en agricultura representaron el 1 por ciento del PIB agrícola (OCDE, 1997b).⁸⁹

En el Cuadro 32 se muestran los gastos totales en investigación y desarrollo del gobierno federal.⁹⁰ En términos de porcentajes, el nivel estimado de gastos totales en investigación y desarrollo para 1997 es equivalente al nivel de 1993. En términos absolutos, es ligeramente superior.

⁸⁹ No se cuenta con cifras separadas para la investigación y desarrollo agrícola en todas las universidades y centros de investigación públicos.

⁹⁰ Los gastos totales en investigación y desarrollo siguen siendo bajos frente al resto del mundo, y el nivel recomendado por la Unesco del 1 por ciento del PIB parece imposible a corto o mediano plazo.

Cuadro 32 Gastos nacionales totales en investigación y desarrollo agrícola, 1988-1997

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Gastos totales en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB	0.25	0.25	0.28	0.33	0.32	0.37	0.41	0.35	0.33	0.37
Gastos federales en investigación y desarrollo en la producción agrícola										
Pesos actuales	144	326	248	352	322	389	460	376	577	623
Pesos constantes de 1993	314	551	325	384	330	389	447	303	317	N.D.
Como porcentaje del PIB agrícola	0.48	0.84	0.47	0.54	0.47	0.54	0.61	0.41	0.42	N.D.

Fuente: Estimaciones del autor con base en datos de Ernesto Zedillo, Anexo del III Informe de Gobierno 1997.

Las recientes asignaciones para investigación y desarrollo en el sector agrícola disminuyeron considerablemente en términos reales. Esto se ve agravado por la virtual ausencia de asistencia técnica, puesto que el gobierno redujo su papel como principal proveedor de esta asistencia.⁹¹ Los gastos fiscales para el desarrollo agrícola son un rubro fundamental en el régimen macroeconómico.⁹²

Para asegurar un presupuesto equilibrado durante la última década, se redujeron los gastos públicos en varios aspectos importantes. El Cuadro 33 presenta datos pertinentes sobre gasto público para el desarrollo agrícola desde 1980. Entre 1980 y 1995, la proporción de gasto público total para el desarrollo agrícola disminuyó de 11.9 por ciento del presupuesto federal total, a 8 por ciento. Esta disminución debe ser considerada en el contexto de una declinación en el nivel del gasto federal general. Al comparar el gasto público en la agricultura (incluidos la reforma agraria y el desarrollo regional), en términos reales, no hubo incrementos entre 1985 y 1995. El aumento en 1994 posiblemente se debió a un año electoral anormal. En cualquier caso, con la recesión de 1995 y el efecto de la caída de los precios del petróleo en 1998, estos niveles probablemente quedarán estancados o podrán declinar.

Cuadro 33 Proporción de la agricultura en el gasto público total, 1980-1996

	1980	1985	1988	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Presupuesto federal primario total	116	212	247	203	182	120	142	109	99
Recursos agrícolas e hidráulicos	13	9	5	5	8	7	12	9	9
Reforma agraria	0.9	0.7	0.5	0.4	1.2	1.5	1.5	0.8	N.D.
Desarrollo regional y Solidaridad	–	5.8	4.0	4.0	6.5	7.3	7.4	5.5	N.D.

En millones de pesos de 1993.

Fuente: VI Informe de Carlos Salinas de Gortari, 1994, I Informe de Ernesto Zedillo, 1995.

⁹¹ La encuesta sobre los ejidos de 1994 identifica la retirada de las instituciones gubernamentales y oficiales de este tipo de actividad. La encuesta indica que el sector privado desempeña ahora un papel más activo en todos los aspectos de la asistencia técnica, incluido el acceso a semillas mejoradas y fertilizantes químicos y plaguicidas (véase Gordillo *et al.*, 1994, 5.4-5.5), pero no distingue entre asistencia técnica y los servicios de comercialización de los proveedores privados de estos insumos.

⁹² Levy y Van Wijnbergen (1992) indican que la necesidad de aumentar aún más estos gastos, a través de los subsidios, es una consecuencia relacionada con el TLC.

El presupuesto federal de 1998 presentado por el Ejecutivo ante el Congreso para su aprobación asignó 31.2 mil millones de pesos para el desarrollo agrícola, lo que representó una disminución adicional en términos reales de 2.69 por ciento. Ciertamente, si no se cumple con el objetivo de la inflación programada (12 por ciento), la proporción de fondos asignados al desarrollo agrícola en el presupuesto federal disminuirá de 5.6 a 5.1 por ciento.⁹³

De la misma manera, el nivel de subsidios asignados para la agricultura en México es comparativamente bajo respecto a otros países de la OCDE. Los datos sobre subsidios equivalentes de los productores en los países de la OCDE revelan que México aplicó subsidios agrícolas con un valor de 2.1 mil millones de dólares estadounidenses en 1996 (véase Cuadro 34). En 1995 los subsidios de México orientados a la agricultura representaban un monto de tan sólo 300 millones de dólares estadounidenses, en comparación con los subsidios agrícolas de Estados Unidos que ascendían a 62.4 mil millones de dólares.⁹⁴ Estos niveles equivalían al 13 y 16 por ciento del valor agrícola total en México y Estados Unidos, respectivamente.

Cuadro 34 Países de la OCDE: Transferencias totales relacionadas con las políticas agrícolas

	1986-88	1994	1995	1996
Unión Europea	114.1	128.5	138.6	120.3
Estados Unidos	68.2	76.4	62.4	68.7
Japón	62.5	87.2	100.5	77.4
Turquía	5.5	7.8	12.5	13.8
Nueva Zelanda	0.4	0.2	0.3	0.2
Polonia	0.4	3.1	3.9	5.7
México	6.1	8.5	0.3	2.1

Miles de millones de dólares estadounidenses.

Fuente: OCDE, *Agricultural Policies in OECD Countries, 1997*.

B. Producción, control y tecnología

El incremento de la producción de maíz en México, a pesar de la caída de los precios, puede atribuirse a varios factores; entre los más importantes se incluyen: el alto precio del maíz respecto a los posibles cultivos sustitutos; la protección relativamente alta del TLC al maíz; las estrategias de modernización empleadas por los productores eficientes en tierras de riego con tecnologías, híbridos y agricultura mecanizada, y la expansión de los cultivos por los productores más pobres hacia tierras marginales para mantener sus ingresos generales. Las estrategias de los productores, tanto en la modernización como en la expansión tradicional, ejercen por consiguiente un impacto autónomo que ha compensado las reducciones en precios con un incremento en la producción. Sin embargo, las tecnologías particulares asociadas con la estrategia de modernización y la tensión sobre tierras marginales debida a la expansión tradicional, podrían en conjunto perturbar los posibles beneficios ambientales.

Algunos estudios indican que la estructura del comercio agrícola que podría surgir del TLC estimularía la liberalización de los cultivos en México y la reforma hortícola en Estados Unidos. Esto podría resultar en un incremento de las exportaciones estadounidenses de productos intensivos en tierras y capital, tales como granos, semillas oleaginosas y productos de carne, así como de productos que se logran mejor en los climas del norte, como frutas de hueso o cítricas. México, por otra parte, aumentaría sus exportaciones de verduras, frutas y nueces, productos intensivos en mano de obra, así como otros más adecuados a los climas del sur, entre ellos café y frutas tropicales (Hufbauer y Schott, 1993, 47; De Janvry, 1996, 6).

⁹³ Hubo algunas especulaciones sobre la reorganización de los rubros presupuestales y su efecto sobre las asignaciones para el sector. Pero las asignaciones para este sector sufrieron una caída de más del 25 por ciento en términos reales.

⁹⁴ Lo exiguo de la cifra mexicana se debe en parte a la crisis del peso de 1994.

Otros análisis de los efectos del TLC sobre la producción maicera en México generalmente ofrecen tres conclusiones. En primer lugar, habría reducciones de precio a partir de una mayor liberalización comercial del maíz. Segundo, estas reducciones en los precios harían que un sector productor de maíz liberara recursos (mano de obra, tierras y capital). Tercero, las reducciones en los precios inducidas por el TLC no afectarían a los productores de autoconsumo, y los consumidores en las zonas rurales (muchos de ellos también productores) se beneficiarían de la reducción de los precios del maíz.⁹⁵

En la práctica, los productores de maíz mexicanos seguirán enfrentando la competencia del maíz amarillo importado, que es tratado como maíz blanco aún cuando en los mercados internacionales los precios del maíz blanco son del 20 al 25 por ciento más altos. Esta diferencia no es tomada en cuenta en las programaciones del TLC. La tendencia a la baja en los precios está reforzada por un aumento en las importaciones relacionadas con el TLC. Los precios reales cayeron en aproximadamente 40 por ciento entre 1991 y 1995. Esta tendencia bien podría continuar al expandirse la cuota libre de aranceles (Cuadro 20). Asimismo, dada la falta de apoyo de la Conasupo, los reducidos incrementos en los pagos del Procampo y la escasez de créditos, seguros de cosechas y asistencia técnica en muchas regiones de México, algunos productores nacionales venderán su maíz por debajo del precio internacional.⁹⁶

Los datos sobre rentabilidad y competitividad de los productores mexicanos de maíz presentados en el Cuadro 12 se basan en los precios de 1990-1991. Estos precios cayeron desde entonces en un 30 por ciento en los sistemas de temporal. Al mismo tiempo, los costos se incrementaron al eliminarse los subsidios en insumos agroquímicos y con el aumento de la inflación.⁹⁷ Si los datos del Cuadro 12 fuesen actualizados, muy probablemente mostrarían que sólo un 20 por ciento de los productores responsables de más del 51 por ciento de la producción total siguen siendo rentables. Éste es el único grupo que queda en México para abastecer el mercado nacional de maíz. Por consiguiente, las importaciones totales podrían llegar al 50 por ciento, o incluso rebasarlo.⁹⁸

Los productores mexicanos de maíz intentan ajustarse, y seguirán haciéndolo, mediante cambios en los niveles y métodos de producción. En 1994 el maíz representaba más del 66 por ciento del valor bruto de la producción agrícola mexicana, porcentaje muy superior respecto a sus competidores más cercanos.⁹⁹ Entre 1986 y 1990 el maíz representó el 57 por ciento de la producción agrícola total de México. Esta porción aumentó a 63 por ciento entre 1991 y 1993.

El maíz no sólo sigue siendo el cultivo más importante en México, sino que hubo un incremento constante en la producción desde 1991 (Cuadro 35). En 1991 la producción nacional total de maíz fue de 14.25 millones de ton métricas. En 1995 aumentó a 18.31 millones de ton métricas. Este alto nivel de producción más bien se sostuvo en 1996 con un total de 18 millones de ton métricas. Los rendimientos promedio permanecieron estables, y en algunos casos declinaron marginalmente entre 1993 y 1994, cuando los rendimientos cayeron de 2.2 a 1.9 ton métricas por hectárea.

Hay varias razones para este incremento de la producción frente a la caída de los precios. Primera, con relación a otros cultivos, como el arroz, el trigo y el sorgo, el precio del maíz se mantuvo alto durante la mayor parte de este periodo.¹⁰⁰ Así, el maíz siguió siendo rentable para los productores con los más altos rendimientos,¹⁰¹ entre ellos los de las regiones como la zona norte del centro de Jalisco, el sur de Nayarit, Sinaloa, partes de Chiapas (La Frailesca), y los estados de México, Tamaulipas y Veracruz.

⁹⁵ Estas cuestiones son examinadas en Levy y Van Wijnbergen, 1992 y 1995; De Janvry, Sadoulet, Davis y Gordillo, 1995; Gordillo *et al.*, 1995; FIDA, 1993.

⁹⁶ En algunos casos, los productores se verán a sí mismos con necesidad de dinero en efectivo, y su producción es, cuando no altamente percedera, una fuente de costos de almacenaje. Su posición está en desventaja en un mercado de compradores. En algunos casos, los productores venderán su maíz a precios que están al 10 o 20 por ciento por debajo del precio de indiferencia (precio internacional más costos de transporte e introducción). Esta información fue generada por una visita a zonas maiceras en Oaxaca y Michoacán. La información fue también corroborada por una comunicación personal de Juvenal Rodríguez, ANEC.

⁹⁷ Las tasas de inflación fueron de 52 y 25 por ciento en 1995 y 1996, respectivamente.

⁹⁸ De ocurrir esto, México se convertiría en el tercer importador de maíz del mundo, después de China y Japón.

⁹⁹ El frijol y el trigo representan el 12 y el 11 por ciento, respectivamente. Siguen el arroz, el sorgo y la soya, en tanto que otros cultivos, incluida la hortaliza, representan un modesto 6 por ciento del valor total bruto de la producción agrícola.

¹⁰⁰ El único precio más alto que el del maíz fue el del frijol, pero este cultivo no es competidor del maíz.

¹⁰¹ Otra variable explicatoria podría ser el aumento de 20 centavos (2.5 centavos estadounidenses) en el precio oficial de las tortillas en agosto de 1997.

Segunda, hubo un retorno a la producción de maíz en regiones donde desde hacía mucho había dejado de ser la cosecha más importante. En tanto que se incrementaron las importaciones de granos como sorgo, trigo y soya, las importaciones de maíz prácticamente desaparecieron conforme México recuperó la autosuficiencia en este grano. Los demás granos básicos virtualmente perdieron toda protección frente a la competencia externa, mientras que el maíz conservó su protección bajo los aranceles programados por el TLC.

Las evidencias señalan dos importantes tendencias en la producción de maíz. Primera, en el sector moderno ocurrió una expansión productiva en tierras de riego, utilizando técnicas y tecnologías que incluyen híbridos y agricultura mecanizada, además de aprovechar los diferenciales relativos de precios en 1994-1995. Segunda, los productores más pobres también expandieron sus producciones, aunque a ritmo más lento, utilizando tecnologías tradicionales en suelos más pobres.

Cuadro 35 Volumen de producción de los principales cultivos en México, 1991-1996

Cultivos	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<i>Granos Básicos</i>	20,039	21,663	23,282	24,125	23,405	23,082
Maíz	14,252	16,929	18,125	18,236	18,306	18,005
Trigo	4,061	3,621	3,582	4,151	3,458	3,308
Frijol	1,379	719	1,288	1,364	1,274	1,388
Arroz de Palay	347	394	287	374	367	381
<i>Oleaginosas</i>	1,157	708	627	783	695	903
Soya	725	594	498	523	190	162
Algodón	307	50	42	187	369	551
Cártamo	88	41	64	64	114	165
Ajonjolí	37	23	23	9	22	25
<i>Otros granos</i>	4,888	5,903	3,122	4,008	4,694	5,398
Sorgo	4,308	5,353	2,581	3,701	4,193	4,862
Cebada	580	550	541	307	501	536
Total	26,084	28,274	27,031	28,916	28,794	29,383

Miles de ton métricas.

Fuente: Sagar, Boletín de información mensual del sector agropecuario (varios años).

Aumentó el porcentaje de maíz producido en tierras de riego. En tierras de riego aún no ha habido un cambio de la producción hacia la horticultura. En vez de eso, gran parte de las tierras de riego ha sido utilizada para operaciones maiceras de alto rendimiento. Los rendimientos se incrementaron como resultado de la modernización y el uso de riego.

En 1994 cambió el balance entre los sistemas de temporal y de riego. Entre 1990 y 1994 el porcentaje de la producción total de maíz en los sistemas de temporal declinó de 77 a 55 por ciento, en tanto que el porcentaje de la producción con riego aumentó del 23 al 45 por ciento. Esta asignación de tierras de riego con altos rendimientos para la producción de maíz fue inesperada. Sin embargo, se mantuvo la protección comercial del maíz y el frijol, en tanto que el régimen comercial para el resto de los cereales y las oleaginosas se liberalizó.¹⁰² El precio relativamente alto del maíz frente a los cultivos alternativos podría explicar por qué los productores prefirieron el maíz en vez de otros granos como trigo, soya o sorgo (Gráfica 10).

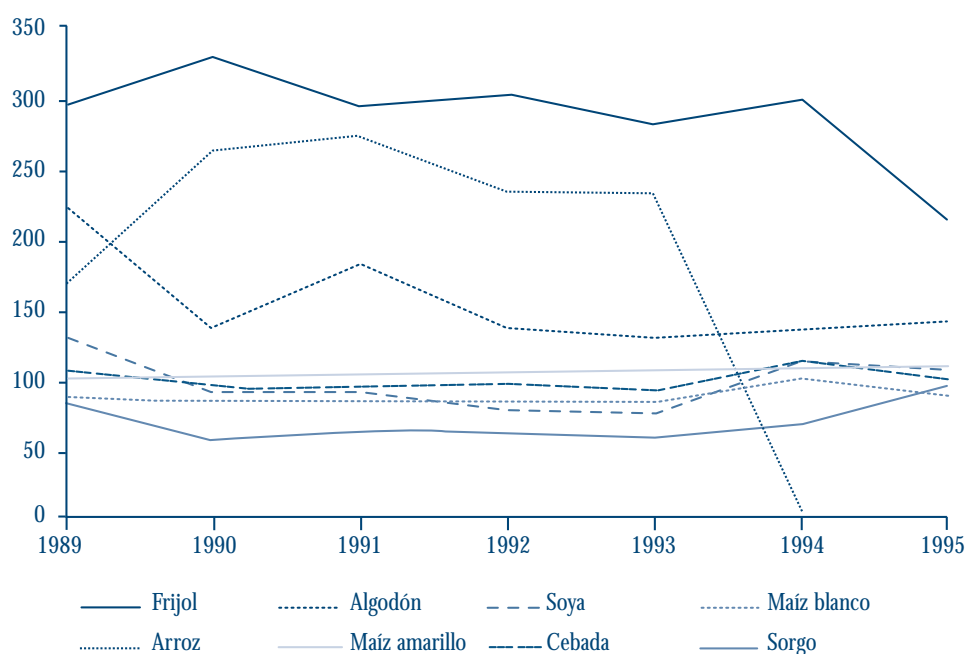
Las regiones que mostraron un renovado interés en la producción de maíz fueron aquellas donde las tierras de riego estaban tiempo antes dedicadas a otros cultivos. Los productores con altos rendimientos y el potencial para incrementar su producción respondieron ante esa oportunidad en estados como Sinaloa, así como en parte de Nayarit y Tamaulipas, e incorporaron el maíz a su producción. Son los mismos productores con la capacidad para producir cultivos alternativos de un valor comercial más elevado.¹⁰³

¹⁰² Appendini (1996).

¹⁰³ Appendini llama a esto "reestructuración regresiva de cultivos".

Se incrementó la superficie cultivada dedicada a la producción de maíz. Entre 1994 y 1996 la superficie cultivada dedicada a la producción de maíz en el ciclo primavera-verano aumentó de 6.9 a 7.2 millones de ha en el país.

Gráfica 10 Precios relativos del maíz: Precios rurales promedio en pesos constantes de 1994



Fuente: Estimaciones del autor a partir de datos del Consejo Nacional Agropecuario.

El Cuadro 36 muestra que las superficies cultivadas a nivel nacional aumentaron significativamente entre 1990 y 1995, un periodo marcado por las reformas políticas asociadas con el régimen del maíz del TLC. Sin embargo, los rendimientos durante ese mismo periodo aumentaron a una tasa significativamente más baja. Con excepción de los estados de Sinaloa y Sonora, donde los rendimientos crecieron a un mayor ritmo, el cambio nacional promedio en los rendimientos es incluso menor.

Este estudio considera los cambios anuales promedio entre 1990 y 1995. Demuestra que existe una reducción de los rendimientos en 13 estados que abarcan el 37.5 por ciento del total de las unidades productoras de maíz. En ocho estados se han observado incrementos en las superficies cultivadas junto con reducciones en los rendimientos.¹⁰⁴ En otros seis estados, los incrementos en las superficies cultivadas produjeron mayores rendimientos, pero éstos se encuentran por debajo del promedio nacional.¹⁰⁵ Más del 62 por ciento de la cantidad total de unidades productoras de maíz operan en estos 19 estados. Los datos en el Cuadro 36 indican que no hay una tendencia clara a reducir la presión sobre las tierras marginales.

¹⁰⁴ Baja California, Colima, Jalisco, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán.

¹⁰⁵ Campeche, Durango, Morelos, Nayarit, Oaxaca y Veracruz.

	Incremento promedio en las superficies cultivadas	Incremento promedio en las superficies cosechadas	Incremento promedio en la producción	Incremento promedio en el rendimiento	% del total de unidades productoras de maíz	% del total de unidades de hasta 5 ha
Aguascalientes	-4,385	-3,016	2,268	-0.080	0.49	36.6
Baja California	177.6	325.2	610.2	-0.087	0.04	18.7
Baja California Sur	-96.8	-95.4	2,768.2	0.357	0.05	32.5
Campeche	10,542	-6,831	-7,575.4	0.045	1.04	45.0
Coahuila	2,487.8	-1,948.4	-310.6	0.063	1.20	59.4
Colima	1,140	1,260.8	3,076.8	-0.011	0.26	22.1
Chiapas	42,691.8	41,133.2	124,130.6	0.067	9.22	50.7
Chihuahua	1,145	-21,205.6	-26,420.4	0.094	2.36	44.1
Distrito Federal	-534.2	-574.6	-1,792	-0.080	0.43	97.2
Durango	1,732.4	2,712.4	11,364.4	0.039	2.18	43.0
Guanajuato	1,279.8	-5,273.6	31,514.8	0.108	4.00	46.5
Guerrero	6,130.4	5,722.8	56,779.6	0.095	6.15	74.0
Hidalgo	-1,354.8	-4,230.2	-6,716.6	0.004	5.42	83.5
Jalisco	1,416.4	6,001.6	980.4	-0.027	3.93	36.2
México	-10,580.2	-12,834.8	-50,134.6	-0.007	8.97	91.5
Michoacán	14,787	19,212	77,660.2	0.072	4.74	59.9
Morelos	726.8	726.8	4,017.8	0.052	0.92	78.0
Nayarit	5,815.2	6,185.6	16,278.2	0.003	1.08	45.1
Nuevo León	6,704	-3,339.6	-1,284.2	0.094	0.95	46.1
Oaxaca	19,543.4	29,951.6	53,550	0.035	10.22	76.3
Puebla	-300.8	4,365.8	-2,656.2	-0.019	9.66	83.0
Querétaro	3,456.6	2,262.4	15,803.4	0.131	1.42	61.2
Quintana Roo	5,830.8	-4,922.6	-4,792	-0.055	0.86	59.1
San Luis Potosí	18,115.2	1,036.2	-7,220.8	-0.057	3.93	59.3
Sinaloa	51,377.6	52,330.2	341,991.4	0.507	1.46	27.7
Sonora	12,159.6	12,116.6	67,615.8	0.277	0.51	33.4
Tabasco	11,290	4,928.8	1,566.6	-0.100	1.17	33.5
Tamaulipas	28,402.2	24,511.2	31,995.6	-0.094	1.43	22.5
Tlaxcala	-770	-245.4	-1,679.6	-0.008	2.14	85.5
Veracruz	11,724.2	14,739.2	51,631.8	0.047	9.03	44.3
Yucatán	4,730.4	-7,693.2	-9,144.8	-0.026	1.87	75.4
Zacatecas	-12,960.8	-21,008	-32,393.2	-0.028	2.88	25.8
Total nacional	232,423.6	136,304	743,483	0.059	100	54.5

Fuente: Anuarios estadísticos de la Sagar, 1990-1995.

En términos de volumen, la producción de maíz también se incrementó en estados como Guerrero y Oaxaca a ritmos del 9 y 14 por ciento anual, respectivamente, entre 1990 y 1995. En estos estados la mayoría de los productores son pequeños, campesinos pobres que utilizan tecnologías tradicionales y que trabajan sobre cuestras con suelos deficientes. En estos estados el incremento en la producción no es resultado de un aumento en los rendimientos o en la eficiencia, como ocurre en el plano nacional, sino que se debe a incrementos en la cantidad de tierras cultivadas.

En Oaxaca, por ejemplo, la superficie cultivada aumentó de 503,586 a 583,076 ha entre 1991 y 1995, pero los rendimientos fueron casi estables (1.1 ton/ha y 1.3 ton/ha) durante esos dos años. Sólo el 25 por ciento del incremento de la producción en Oaxaca se atribuyó a mayores rendimientos. El 65 por ciento del crecimiento provino de una mayor cantidad de tierra cultivada (Cuadro 37). Algunos productores tradicionales fueron perjudicados por la evolución general de la economía durante los

últimos 15 años, y no han tenido otra alternativa realista más que extraer de sus tierras tanto como fuese posible. Los datos de la encuesta sobre los ejidos de 1994 indican que los ejidatarios que trabajan en condiciones de temporal han experimentado un deterioro de su base tecnológica (Gordillo *et al.*, 1994; De Janvry *et al.*, 1995a y 1995b). Estos productores dependen cada vez más no sólo de sus tierras, sino también de su mano de obra.

Cuadro 37 Fuentes de crecimiento de la producción en Oaxaca, 1990-1995

Fuentes de ΔP				
	ΔP	ΔY	ΔS	Δ Residual
Total nacional	3,717,417	2,128,273	1,359,111	230,033
Porcentajes	100.0	57.3	36.6	6.2
PROG	25%			
Oaxaca	267,750	66,411	173,644	27,694
Porcentajes	100.0	25.0	65.0	10.0
PROG	59%			

Toneladas métricas y porcentajes.

Fuente: Sagar. Anuario estadístico de la producción agrícola.

Frente al incremento de las importaciones y la declinación de los precios, existen algunas importantes respuestas estratégicas que ya se están observando en el sector maicero, y que se basan en tecnologías y técnicas de producción.

1. La modernización de la producción de maíz: tecnologías y técnicas

Algunos productores tienen el potencial para modernizar la producción de maíz, incrementando de este modo rendimientos y rentabilidades. Las reducciones ulteriores en el precio del maíz podrían ser compensadas por incrementos significativos en los rendimientos y, por consiguiente, las ganancias. Para lograrlo, estos productores requerirán de asistencia técnica, crédito y, en algunos casos, una significativa inversión en infraestructura. La modernización puede ocurrir mediante la adopción de una variedad de tecnologías y prácticas. Es viable en regiones donde las condiciones son buenas y los rendimientos competitivos (buenos sistemas de riego o de temporal en suelos profundos y con buen drenado).

Entre las técnicas o tecnologías que podrían adoptarse para la modernización destacan las técnicas de conservación, el monocultivo, el uso de variedades mejoradas y semillas híbridas, el uso de plaguicidas y fertilizantes, y una mayor utilización de tracción mecanizada. Otros aspectos incluyen cercas vegetales, cosechas en hileras, pasto *vetiver*, fertilizantes “verdes”, cultivos de cubierta, rotación de cultivos, cultivos intercalados y prácticas como el arado por curvas de nivel. Estas tecnologías y prácticas tienen distintos perfiles económicos y ambientales. Varias de estas tecnologías o prácticas pueden incrementar la productividad. Algunas son relativamente positivas para el medio ambiente. Algunas son costosas.¹⁰⁶ Otras requieren de vigorosas instituciones sociales y participación comunitaria para operar eficientemente. Por ejemplo, instrumentar prácticas de conservación de suelos y agua tal vez no requiera de fuertes inversiones de capital, pero sí del mantenimiento intensivo en mano de obra.

¹⁰⁶ Los bajos precios del maíz podrían desalentar la inversión en proyectos a largo plazo, la adopción de prácticas de conservación y/o estimular prácticas de control inadecuadas (Pimentel, Allen *et al.*, 1993b).

a. Técnicas con arado mínimo o sin arado

Varias técnicas de conservación pueden ser parte de una estrategia de modernización. Están disponibles para los productores a fin de, entre otras cosas, preservar los suelos y prevenir la erosión. Entre ellas se cuentan las técnicas con arado mínimo o sin maquinaria, o técnicas vegetativas. Las técnicas de arado mínimo pueden, mediante un menor uso de tractores, reducir los insumos de energía en la producción del maíz en un 7 por ciento y producir rendimientos iguales o superiores a los métodos convencionales de labranza y de discos (Raven *et al.*, 701).¹⁰⁷ Algunos estudios muestran importantes incrementos en los rendimientos, y al mismo tiempo una reducción de la erosión.¹⁰⁸ Esto es particularmente importante en tierras agrícolas inclinadas.

Estas técnicas podrían necesitar un mayor uso de plaguicidas y herbicidas porque se elimina el arado secundario para el desquelite, y (en algunos casos) la cobertura vegetal se deja pudrir al final de la cosecha. Estos insumos químicos adicionales pueden acumularse en las tierras y afectar las aguas superficiales y los mantos acuíferos mediante la filtración y los escurrimientos. Además, estos sistemas exigen que los residuos y las hojas se dejen pudrir en los campos para cubrir el suelo. Esto puede impedir el flujo libre de agua para la irrigación a través de los surcos en un campo arado. Se requiere de más mano de obra para solucionar el problema y evitar el desperdicio de agua. Existen prácticas de labranza que maximizan la infiltración de la lluvia *in situ*, por medio de la construcción de pequeños sistemas de estanques en cada surco. Esto puede hacerse mediante sistemas mecanizados o por medio de tracción animal (Turrent, 1996, 94).

b. Técnicas vegetativas: Terrazas

La adopción de técnicas vegetativas no requiere de operaciones en gran escala. Las técnicas vegetativas incluyen la construcción de terrazas con cercas vegetales, cultivo por hileras, pequeñas barreras y surcos, y el uso de materias primas como árboles, matorrales y pastos. Las terrazas ayudan a reducir la pérdida de humus incluso cuando se cultivan tierras muy empinadas. Estas y otras estructuras son los únicos medios con que pueden modificarse los terrenos en cuesta. En los casos donde estas estructuras son construidas con técnicas intensivas en mano de obra, el suministro de ésta es un elemento crítico para la modificación del paisaje físico con el fin de aumentar la productividad y para la conservación de suelos. La erosión es más rápida y severa en tierras inclinadas que no están protegidas por terrazas.¹⁰⁹

La construcción disciplinada de terrazas a lo largo de las curvas de nivel se practica menos hoy en día. Las terrazas construidas apuradamente en las laderas superiores con frecuencia ceden más rápido que las que se construyen cuidadosamente. Estas terrazas mal diseñadas contribuyen a derrumbes que con frecuencia dañan otras tierras cultivables y a veces pueden destruir aldeas completas. Los sistemas innovadores de terrazas son de importancia vital en regiones donde las cuevas son muy empinadas (Turrent, 1996, 94-95) y pueden ayudar a conservar los componentes de los suelos, aumentar la sedimentación e infiltración, minimizar los escurrimientos y asegurar estructuralmente los suelos. Por consiguiente, pueden ayudar a impedir las fisuras y badenes en los terrenos, y prevenir que las estructuras subterráneas se degraden con túneles. En muchos casos, los elementos vegetativos de estas estructuras implican compuestos químicos desagradables para las plagas. Los ritmos de difusión de estas técnicas dependen no tanto de sus parámetros técnicos como de la forma en que pueden integrarse a las prácticas comunitarias y agrícolas locales. La mano de obra necesaria para mantener estas estructuras es de importancia crítica.

¹⁰⁷ En esta forma de labranza, la materia vegetal muerta que queda en el suelo tras la cosecha se deja sobre o cerca de la superficie de la tierra, en vez de ser arada y enterrada en los suelos como en la labranza tradicional, o quemada como parte de las prácticas convencionales de cultivo. La materia vegetal muerta en la superficie del suelo ayuda a mantener la humedad en la tierra y protege al suelo de la erosión.

¹⁰⁸ En un estudio en la región de La Frailesca, las pérdidas de suelo debidas a la erosión hídrica se redujeron en un 84 por ciento (López Martínez, 1993). Véase también el estudio de Villar Sánchez, 1996, en La Frailesca, y el de Cadena Iñiguez, 1995, sobre la Sierra Madre de Chiapas.

¹⁰⁹ Véase Pimentel, 1993a, y sus referencias

c. Arado por curvas de nivel

Este tipo de labranza aminora la pérdida de suelos que resulta de la erosión causada por el viento y la lluvia.¹¹⁰ Cuando los surcos son trazados en una dirección cuesta arriba y cuesta abajo, el agua tiende a fluir por los surcos, arrastrando consigo pequeñas partículas de las capas superiores del suelo. Al arar transversalmente la ladera, el agua permanece en los surcos y es más fácilmente absorbida por los suelos, en lugar de correr. En este tipo de arado, los surcos siguen los contornos naturales del terreno; esto es arar por curvas de nivel. En las regiones donde se abandona el arado por curvas de nivel, pueden iniciarse los procesos erosivos. Ésta es una cuestión sumamente importante en los lugares donde la migración puede causar el abandono de esta práctica. Muchas regiones de México, donde las laderas son importantes, el arado por curvas de nivel ayuda a prevenir la erosión ocasionada por la lluvia. Sin el arado por curvas de nivel, cuando los surcos de la última temporada desaparecen, no hay nada que impida el curso de las aguas, y se inicia la pérdida de humus.

El arado por curvas de nivel es importante en México, donde el 67 por ciento de las tierras agrícolas tienen pendientes del 4 por ciento o más y son labradas en condiciones de temporal. En la labranza de la tierra y el labrado para escarda, ante las condiciones topográficas que predominan en México, deben seguirse los contornos de las pendientes para no agravar la erosión.¹¹¹

En México, el arado por curvas de contorno no es compatible con el empleo de maquinaria grande y poco flexible, porque este tipo de equipo no permite seguir los contornos en tierras de cultivo inclinadas.¹¹² No hay estudios sobre las tendencias en el sector maicero moderno de México en lo que se refiere al uso de equipo de capital en unidades de producción más grandes. La escala es importante y ni siquiera las grandes granjas mexicanas pueden compararse con el tamaño de las unidades de producción de EU. Sin embargo, los granjeros que tratan de beneficiarse del arado por curvas de contorno en tierras inclinadas podrían afrontar los mismos problemas con que se toparon las unidades estadounidenses. Podrían surgir otras presiones de la especialización y las tendencias a disminuir la rotación de cultivos. El monocultivo continuo causaría más degradación de suelos. En los trópicos, donde las lluvias son abundantes, estas tendencias negativas aumentarían.

El mantenimiento del arado por curvas de contorno podría ser intensivo en mano de obra. Tras lluvias intensas, las paredes de los surcos pueden quedar destruidas o dañadas y deben repararse rápidamente, o se corre el riesgo de que sean destruidas para siempre. Si el arado por curvas de contorno reduce el riesgo de erosión, en su ausencia, incluso durante breves temporadas, puede aumentar ese riesgo. Abandonar totalmente el cultivo podría ser benéfico desde un punto de vista ambientalmente restringido, porque puede restaurarse el humus. Pero eso depende de los patrones pluviales y de los vientos, así como del grado de pendiente de la ladera.

El tipo y cantidad de cultivos entre los surcos está determinado esencialmente por la naturaleza del suelo. El suelo pesado y muy húmedo se beneficia al ser removido y ventilado, lo que ocurre cuando se le cultiva. Por otra parte, los suelos duros y compactos quizá requieran ser laborados para permitirles absorber la humedad que las cosechas necesitan.

¹¹⁰ Los arados están diseñados para distintos propósitos, desde el simple corte de un surco en el suelo hasta el revolverlo por completo, generalmente a una profundidad de 15 a 20 centímetros. En ciertas zonas y para ciertos propósitos, el arado es sustituido como instrumento primario de labranza por varios tipos de herramientas que remueven la superficie del suelo sin cavar profundamente. En casi todas las zonas, estos instrumentos son utilizados simplemente para romper y pulverizar el suelo luego de arar. Los distintos cultivos tienen requerimientos diferentes en términos de estructura del suelo superficial. El maíz requiere más bien de suelo superficial roto, pero otros cultivos necesitan estructuras aun más finas.

El arado profundo y la gradación subsiguiente son necesarios en zonas donde el suelo es compacto e impermeable para plantar y regar raíces. El arado excesivo puede provocar el deterioro de la estructura del suelo, particularmente si se realiza en suelo húmedo. Este problema es más agudo en los suelos de texturas finas que en los arenosos, que normalmente requieren de menos labranza. Los climas también cumplen una parte importante para determinar no sólo la cantidad, sino también el tiempo de labranza (Strahler y Strahler, 1989). En zonas húmedas, el arado debe limitarse a épocas en que no se espera mucha precipitación pluvial, porque los campos recién arados son susceptibles a la erosión causada por el agua. En zonas áridas o subhúmedas, por el contrario, debe ararse la tierra antes de los periodos de lluvias anticipadas, para que los suelos absorban la máxima cantidad de agua posible.

Entre los beneficios secundarios, pero importantes, de la labranza, está la ventilación derivada de la pulverización. Esta ventilación no sólo proporciona una más libre circulación de oxígeno y agua, sino que también genera una mayor actividad biológica en los suelos, incluida la de organismos que fijan el nitrógeno atmosférico. El arado contribuye a la salud de las plantas al inhibir enfermedades vegetales y al desalentar el desarrollo de diversos tipos de insectos nocivos para las plantas.

¹¹¹ Durante décadas, la inversión pública en la infraestructura de este tipo de tierras quedó rezagada respecto a las necesidades reales (Turrent, 1993, 81).

¹¹² En Estados Unidos, la tendencia tras la Segunda Guerra Mundial fue pasar a granjas más grandes, con mayor mecanización y especialización regional. Con esto se introdujeron máquinas más grandes y se modificó el arado por curvas de contorno para ajustarse a aquéllas; se eliminaron las terrazas, los cinturones de protección y los setos vivos, porque restringen la operación de la maquinaria pesada (Pimentel, Allen *et al.*, 1993b, 286).

d. Materia orgánica

La materia orgánica es importante para conservar las buenas condiciones físicas del suelo. Contiene la totalidad de la reserva de nitrógeno del suelo y significativas cantidades de otros nutrientes, como fósforo y azufre. La productividad de suelo está marcadamente influida por el equilibrio de materia orgánica que se conserva en el suelo. Dado que la mayor parte de la vegetación cultivada es cosechada en vez de dejarse pudrir, se pierden los materiales orgánicos que normalmente entrarían en el suelo al descomponerse las plantas. Para compensar esta pérdida, se utiliza la rotación de cultivos y la fertilización artificial.

Los fertilizantes orgánicos, como el estiércol y la composta, también aumentan el contenido orgánico de los suelos. La combinación de tierra con estiércol animal sirve como fuente de varios compuestos orgánicos complejos importantes en el crecimiento de las plantas. La composta, que consiste en la mezcla de materia vegetal y animal en descomposición, cumple con el mismo propósito.

e. Cultivos intercalados

Otra técnica son los cultivos intercalados (incluyendo sistemas anuales y perennes). Los cultivos intercalados son una estrategia agrícola en la que crecen simultáneamente varios tipos de cultivo, con consecuencias benéficas económicas y ambientales. Un ejemplo es el caso del frijol (*Phaseolus vulgaris*), cuya producción está estrechamente relacionada con las estrategias de los productores maiceros en México. Muchos productores tradicionales frecuentemente siembran frijol junto con el maíz. El complemento dietético de la pareja frijol-maíz cumple una función crucial en la vida cotidiana de las familias campesinas. Además, las propiedades de fijación del nitrógeno de la bacteria *Rhizobium*, que se presenta naturalmente en los nódulos de las raíces de las plantas del frijol, desempeñan un importante papel para mantener la fertilidad del suelo. En consecuencia, en muchos casos en que la rotación de cultivos es difícil para los productores tradicionales del maíz, debido al régimen de precipitación pluvial sumamente impredecible, los cultivos intercalados son un buen sustituto.

Finalmente, los sistemas innovadores de terrazas, como los de cercas vegetales y cultivo por hileras, son de vital importancia en localidades donde predominan los terrenos empinados (Turrent, 1996, 94-95). Cada técnica tiene distintos requerimientos y condiciones de viabilidad. En términos generales, requieren de capital y mano de obra para poder competir, bajo circunstancias normales, con el objetivo de minimizar costos por unidad de producción. También requieren de una estrecha vigilancia para realizar las reparaciones necesarias luego de fenómenos como tormentas o lluvias intensas. El compromiso y la participación de la comunidad son generalmente de importancia crítica para adoptar estas prácticas de conservación. En el sector moderno, la adopción de estas técnicas podría ser más difícil.

f. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en cultivar sucesivamente diferentes especies, en la misma tierra, en vez de utilizar el sistema de un solo cultivo o un cambio aleatorio de cultivos. En el sistema de rotación se alternan los cultivos con base en las distintas cantidades y tipos de materia orgánica que cada cultivo devuelve al suelo. Las rotaciones generalmente incluyen uno o más cultivos que requieren poca o ninguna labranza, con el fin de contrarrestar el efecto de las operaciones frecuentes de arado, que aceleran la pérdida de materia orgánica. La penetración profunda de las raíces de ciertos cultivos leguminosos, como la alfalfa, ocasiona un mejor drenado por los canales que quedan luego de que las raíces se pudren.¹¹³

En la agricultura mexicana, la rotación de cultivos no es un método utilizado por la gran mayoría de los productores. La agricultura moderna que pone énfasis en el monocultivo desalentará aún más la rotación de cultivos. Los productores tradicionales de maíz normalmente utilizan los cultivos intercalados y otros métodos para cultivar otros productos asociados con el maíz; pero la rotación no se practica, como regla general. Una restricción tecnológica es la irregularidad del ciclo de temporal.

¹¹³ El sistema de rotación utiliza tipos especiales de cultivo, como cultivos de cubierta y cultivos de abonos verdes. Los primeros se plantan para proteger el suelo; si se utilizan plantas leguminosas, esto también ayuda para la fijación del nitrógeno. Los segundos son cultivados únicamente para ser arados e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo. Un experimento en Veracruz (proyecto de Luisa Paré y del IDRC-Cimmyt) demuestra que aunque no se espera ningún rendimiento de un cultivo de abonos verdes, éste ayuda a incrementar los rendimientos de los principales cultivos que se plantan en estos mismos campos.

g. Control integrado de plagas

El control integrado de plagas (CIP) es una técnica con la que se cuenta para contrarrestar la necesidad de una mayor utilización de compuestos agroquímicos.¹¹⁴ El control integrado de plagas implica el uso de controles biológicos de plagas, como depredadores, insectos estériles y trampas de feromonas, así como la rotación de cultivos. Estas técnicas pueden combinarse con la aplicación selectiva de ciertos insecticidas.

Pero el CIP no sustituirá fácilmente el control químico de las plagas agrícolas. El indicador principal que se utiliza para evaluar el funcionamiento de la tecnología de plaguicidas en el sector moderno es el rendimiento, y el CIP sigue siendo una tecnología inmadura y está en desventaja frente a los plaguicidas químicos.¹¹⁵ Cambiar al CIP implica incertidumbre, rendimientos potencialmente más bajos, un alto grado de coordinación para reducir los posibles efectos del uso continuo de plaguicidas en campos vecinos, y podría requerir de intervención política. Pero está disminuyendo la intervención económica del Estado por vía de los gobiernos, y la asistencia técnica queda cada vez más en manos de entidades privadas (a veces las mismas empresas que producen y comercializan plaguicidas químicos) mediante actividades mercadotécnicas y de ventas.

h. Uso de híbridos y variedades mejoradas

Una tecnología asociada con la modernización es el uso de híbridos y variedades mejoradas de semillas para la producción de maíz. Sin embargo, la penetración de las semillas híbridas en el sector maicero sigue siendo escasa en comparación con otros cultivos. Esto en parte se debe a la gran variedad de agroecosistemas en donde se produce el maíz en México. Las variedades mejoradas y los híbridos no se desempeñan competitivamente en las condiciones bajo las que se produce la mayor parte del maíz mexicano (Lothrop, 1994). Actualmente se calcula que menos del 25 por ciento de la superficie total donde se cosechó maíz es cultivada con el uso de variedades mejoradas e híbridos.

Los datos del Cuadro 38, recabados de algunas empresas, indican que en 1995 las ventas de semillas híbridas significaron un total de 24,500 ton métricas, una baja respecto a 1991, lo que refleja la caída del 6 por ciento en el PIB mexicano. Los analistas del Cimmyt estimaron que la superficie total de la producción de maíz híbrido es de 1.2 millones de ha, con base en las cifras de ventas totales y en el promedio de siembra de 21.3 kilogramos por hectárea. Esto indica que se utilizaron variedades de maíz híbrido en un 14 por ciento de la superficie total dedicada a la producción de maíz en 1995 (1.1 millones de ha de un total de 8 millones de ha). Podría haber otro millón de ha bajo cultivo que utiliza variedades mejoradas de polinización abierta.¹¹⁶

Cuadro 38 Ventas totales de semillas híbridas

Año	Ventas totales de semillas híbridas (toneladas métricas)
1991	23,000
1992	27,000
1993	30,000
1994	26,000
1995	25,400
1996	19,800

Fuente: MacMillan y Aquino, 1996.

¹¹⁴ Aunque muchos piensan que el CIP es un recurso reciente, éste es el principal método que se utilizaba antes de la Segunda Guerra Mundial. En los años de la posguerra se introdujeron los insecticidas sintéticos, y rápidamente se convirtieron en la tecnología de control de plagas dominante. Pese a que existen evidencias de que la tecnología del CIP ofrece muchas ventajas respecto al uso de plaguicidas, al parecer se favorece el CIP únicamente donde el uso de los plaguicidas implica pocas ganancias (Cowan y Gunby, 1996, 525).

¹¹⁵ Un reciente análisis en el contexto de la “teoría de teorías en competencia” (una teoría acerca de cómo teorías en competencia llegan a dominar o ser dominadas), y en procesos donde tecnologías ineficientes siguen siendo dominantes, revela que el CIP sigue siendo una tecnología inmadura (Cowan y Gunby, 1996).

¹¹⁶ Además, un porcentaje desconocido de la producción proviene de VPA que son cruza con maíces criollos locales.

El Cuadro 39 estima las posibilidades de un mayor uso de semillas híbridas por región geográfica. La primera columna muestra datos proporcionados por empresas productoras de semillas en cada estado donde se utilizan híbridos. La segunda columna se basa en investigaciones que clasifican las provincias agronómicas de México y que buscan identificar el segmento de productores de maíz que ofrece el mayor potencial de crecimiento y competitividad. Los productores son clasificados en términos de regularidad de ciclos pluviales y calidad de suelos (Turrent, 1996). El paquete tecnológico que Turrent considera factible para estos productores incluye el uso de variedades mejoradas (suministradas por la Productora Nacional de Semillas). Esta información es analizada en el contexto de la erosión de suelos y a partir de datos de la Sagar sobre la productividad y rentabilidad de los productores del maíz.

Cuadro 39 Potencial de semillas híbridas en las provincias agroecológicas de México

Región geográfica	I Producción con híbridos (miles de ha)	II Productividad media potencial (ha)
A. Tierras bajas subtropicales* (< 1000 msnm) (Sinaloa, Tamaulipas, Sonora, Coahuila, Durango, Chihuahua, Nuevo León, pequeñas zonas de Nayarit, Colima, Jalisco, Morelos)	630	
(Chihuahua y Tamaulipas)		155
B. Altitud media (1000-1800 msnm) (Jalisco)	250	590
(Guanajuato, Michoacán, Querétaro, Durango y Nayarit)	150	
(Guanajuato, Michoacán y Zacatecas)		522
C. Tierras altas (> 1800 msnm) (Puebla, México, Hidalgo, Querétaro, Tlaxcala y Chihuahua)	20	
(México, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala e Hidalgo)		839
D. Tierras bajas tropicales (< 1000 msnm húmedo) (Veracruz, Chiapas, Tabasco, Campeche y Guerrero)	100	
(Guerrero, Chiapas, Yucatán, Veracruz y Quintana Roo)		777
Otros		234
Total	1,150	3,117

*Al norte de los 23 grados, en regiones secas, la mayor parte de la producción es de riego en casi todo el otoño e invierno de 1994-95.

Fuente: MacMillan y Aquino, 1996 (Cimmyt).

Notas para los datos de la columna II: La productividad media de la tierra es utilizada como indicador de uso potencial de otros híbridos. Las tierras de productividad media se definen (Turrent, 1996) como aquellas que: a) tienen un cociente total de precipitación contra evaporación, de junio a septiembre, de entre 0.5 y 0.9 en suelos con más de 1 metro de grosor; b) un cociente de entre 0.7 y 2.0 en suelos de menos de 1 metro de grosor.

2. Sustitución de cultivos

Para el 20 por ciento de los productores más rentables, las reducciones en el precio del maíz podrían estimular su cambio por cultivos más rentables, como los hortícolas. Sólo si esta conversión tiene lugar, y según cuándo, podría ser importante el efecto sobre la producción del maíz porque este 20 por ciento de los productores es responsable del 50 por ciento de la producción y controla un 28 por ciento del total de las tierras de riego.¹¹⁷ Para que ocurra esta conversión deben desaparecer las distorsiones de los precios relativos.

El sector hortícola podría implicar considerables restricciones de entrada para muchos productores. Un cambio a la horticultura requiere de fuertes inversiones de capital, así como canales de crédito y comercialización establecidos.¹¹⁸ Por consiguiente, no será una opción viable para muchos productores que seguirán en la producción del maíz o que pasarán a cultivos alternativos. Los productos hortícolas en México actualmente no se cultivan en más de 300,000 ha, en comparación con el maíz, que se cultiva en 8.8 millones de ha. Un esfuerzo en gran escala para aumentar la producción hortícola podría resultar en que se le dedicaran 400,000 ha adicionales de tierras de temporal o de riego.¹¹⁹ Esta asignación podría duplicar su producción. Pero el mercado de América del Norte posiblemente no podría ser capaz de absorber más que ese nivel de incremento.

Las recientes tendencias en la exportación de productos hortícolas de México a Estados Unidos indican que la capacidad de los productores mexicanos para desplazar a los estadounidenses del mercado de América del Norte probablemente ya llegó a sus límites.¹²⁰ Además, un aumento de la superficie cosechada de los productos hortícolas podría afectar sus precios internacionales, puesto que éstos, al igual que otros productos básicos, son vulnerables a las fluctuaciones de precios y la saturación de mercado (De Janvry, 1995).

También deben considerarse otras cuestiones en el cambio hacia las exportaciones no tradicionales (Thrupp, 1994). Necesitan satisfacerse las estrictas demandas de comercialización del mercado de América del Norte, incluidas estrictas normas sanitarias y fitosanitarias; límites de tolerancia para residuos químicos, altas normas estéticas¹²¹ y estricto cumplimiento de las programaciones de envíos de volúmenes precisos (Thrupp, 1994). Estos productos tienen una vida de anaquel breve y por consiguiente requieren de tecnologías especiales de producción, manejo y empaque. Estos requerimientos tienden a ser más importantes conforme predomina la agrobiotecnología. Además existe la necesidad de canales de comercialización bien desarrollados, transporte e infraestructura, tanto para insumos como para ventas. Asimismo, la producción hortícola es sumamente dependiente de los plaguicidas. Los monocultivos son comunes.

El cambiar a la horticultura implica un cambio en la tecnología de productos y procesos. Desde una perspectiva ambiental también hay costos que deben tomarse en cuenta (véase Thrupp, 1994, 10-12). El primer factor en importancia es el intenso uso de plaguicidas que generalmente está implicado en la producción hortícola. Lo que más contribuye al alto uso de plaguicidas son los estrictos requerimientos de los consumidores de productos "inmaculados".¹²² El control integrado de plagas (CIP) aún no es una práctica común entre los productores (véase Cowan y Gunby, 1996). Los riesgos a la salud por la aplicación de los plaguicidas pueden ser altos. Segundo, los productores podrían recurrir a un mayor uso de biotecnologías. Un mayor uso de biotecnologías tiene el potencial de afectar la población de maíces criollos y de especies silvestres asociadas a los cultivos con ingeniería. También existe la posibilidad de acumulación de residuos derivados del mayor uso de agroquímicos que puede afectar la calidad del agua y el suelo. La cuestión de la cantidad de agua es también importante, puesto que la producción hortícola requiere de más agua que el maíz.

Finalmente, existe en la horticultura una tendencia hacia el uso de mano de obra barata y trabajadores no especializados. La mayor parte de los trabajos que se crean en este sector son temporales.

¹¹⁷ 1.7 millones de ha en 1991.

¹¹⁸ Las tendencias a adoptar tecnologías aumentarán este requisito, tanto en la producción cuanto en la cosecha, así como en el manejo y almacenaje posterior a las cosechas. Además, las nuevas tendencias en la agrobiotecnología contribuirán a incrementar los requerimientos de capital (Gómez y Schwentesius, 1993; Thrupp, 1995; De Janvry, 1995).

¹¹⁹ La producción hortícola puede sostenerse en ambos sistemas siempre que los suelos tengan buen drenado.

¹²⁰ Exportar al mercado europeo no es fácil, y los productores se toparían con la competencia de agricultores de Chile, Argentina, Brasil, Ecuador y Colombia. Ya hay penetración de estos países en los mercados europeos y de América del Norte.

¹²¹ Ya existe el riesgo de rechazo debido al incumplimiento de normas cosméticas o estéticas (Suppan, comunicación personal).

¹²² Los insumos de plaguicidas son particularmente elevados en cultivos como flores, piña, mango y fresas.

a. Sustitución por otros granos (incluidos forrajes)

Podría tener lugar la sustitución de la producción de maíz por otros cultivos (trigo, sorgo, avena, cebada, soya). Ciertamente, la encuesta sobre los ejidos de 1994 revela una importante expansión de la superficie cultivada con forrajes, así como en la cantidad de ejidatarios que realizan estas actividades (Gordillo *et al.*, 1994). Esta sustitución podría resultar en la pérdida de maíces criollos y especies silvestres de maíz si ocurre en regiones donde prevalecen los maíces criollos. Si esta sustitución tiene lugar en regiones donde se utilizaron durante mucho tiempo variedades mejoradas e híbridos, el desplazamiento de los maíces criollos no podría ser atribuido a la sustitución de cultivos más reciente. La erosión es menos severa con cultivos que cubren de modo parejo los suelos, como el trigo, que con productos cultivados en hileras, como el maíz y el tabaco. Si un arado y cultivo más enérgicos están asociados con una modalidad más aguda de producción intensiva en insumos, y si ocurre en laderas, pudiese haber una presión ambiental adicional sobre la tierra. Lo mismo podría decirse para la acumulación de residuos de insumos agroquímicos.

De tener lugar la sustitución de cultivos, podría haber una curva de aprendizaje, y las pérdidas posteriores a las cosechas podrían ser más importantes. Esto sucedió en 1994, cuando los sistemas de riego del noroeste de México pasaron a la producción de maíz (debido a graves distorsiones en los precios relativos y de garantía).

b. Cambios en el uso del suelo (ganado y plantaciones forestales)

Los productores de maíz que operan con pérdidas y que lo siembran para consumo doméstico podrían seguir produciéndolo o podrían cambiar el uso de su suelo a la producción ganadera o a proyectos forestales. La mayoría de los productores vende una significativa proporción de sus cosechas en los mercados locales, y por consiguiente se verán afectados por las reducciones en los precios. También podrían satisfacer algunas de sus necesidades de consumo con su propia producción.

Los cambios en los patrones de uso del suelo, en los que las tierras utilizadas antes para la producción de maíz son transformadas a la producción ganadera, podrían verse acompañados de una posible pérdida de maíces criollos y especies silvestres. También podría haber efectos sobre la calidad del suelo por la compactación y el sobrepastoreo. En algunos casos las tierras marginales podrían ser más fácilmente convertidas a pastizales sin aumentar la presión ambiental.

La legislación reciente desreguló efectivamente el sector forestal. Junto con las reformas al Artículo 27 de la Constitución sobre la tenencia de tierras ejidales, el nuevo régimen legal podría crear oportunidades para la rápida expansión de plantaciones forestales industriales mediante empresas de coinversión, en donde los ejidatarios proporcionarían tierras y los inversionistas capital, tecnología y canales de comercialización. En muchos casos, las tierras dedicadas a la producción de maíz y posteriormente utilizadas para la ganadería podrían utilizarse para plantaciones de árboles.¹²³

3. Continuación de la producción de maíz con métodos tradicionales

Un alto número de productores de maíz no estará en una situación que les permita adoptar nuevas tecnologías, y continuarán produciendo con métodos tradicionales. Bajo estas circunstancias, seguirán produciendo maíz, ejerciendo presión adicional sobre sus recursos existentes o “extendiendo-intensificando el uso de tecnologías” (De Janvry, Sadoulet, Davis y Gordillo, 1995).

Estos productores no tienen la capacidad para orientar sus tierras hacia la producción de cultivos alternativos. Son campesinos de subsistencia que operan en tierras marginales caracterizadas por suelos poco profundos, drenado insuficiente y con frecuencia en terrenos inclinados. Habitualmente, estos productores tienen bajos rendimientos.

Estudios realizados en el ámbito doméstico indican que estos productores serán afectados por las reducciones en el precio del maíz.¹²⁴ Seguirán siendo activos en el sector de maíz, producido para su propio consumo. Sin embargo, la mayoría de ellos tendrá un déficit en términos de cantidad de maíz, y comprarán de otros productores el necesario para sus propios hogares. Al principio deberían beneficiarse como consumidores por la caída en los precios del maíz. No obstante, estas reducciones en los precios de la tortilla aún deben hacerse realidad. Pero las necesidades de dinero en efectivo de estos pequeños productores dependen de las oportunidades de empleo en el mercado de mano de obra local o regional, y de la evolución de los sueldos rurales y urbanos. Estos productores también podrían satisfacer sus necesidades inmediatas de efectivo mediante ventas insignificantes de

¹²³ Paré (1996) cita casos en los que los productores realizaron estos acuerdos en la región de la Chontalpa (Tabasco).

¹²⁴ Véase, por ejemplo, García Barrios *et al.*, 1991.

grano en el mercado local (en estas operaciones posiblemente confrontarían un mercado de compradores, donde tendrían muy poco poder de negociación). El tiempo que transcurra antes de que abandonen la producción del maíz dependería de los costos de oportunidad para destinar sus recursos productivos (tierras y mano de obra) a otros usos.

Los datos del Cuadro 12 indican que el 64 por ciento de los productores operaban con pérdidas, y que eran responsables de aproximadamente el 29.5 por ciento de la producción total en 1991. Es posible que la encuesta sobrestime los costos de producción (especialmente los de mano de obra). Pero estos productores podrían seguir cultivando maíz con el fin de evitar los altos costos de transacción que implica comprar a precios de mercado. Por consiguiente, podrían no beneficiarse como consumidores, y seguir trabajando en condiciones de extrema vulnerabilidad.

Ciertamente, estos productores se cuentan entre los actores económicos más vulnerables de la economía mexicana. Operan en estados donde las actividades de la Conasupo son virtualmente inexistentes y la pobreza rural es alta.¹²⁵ Tomadas en conjunto con el estancamiento tecnológico, o incluso la regresión, las actividades de estos productores podrían tener importantes implicaciones ambientales (De Janvry, 1995b; Gordillo *et al.*, 1994).

En el caso de los ejidatarios pobres, la regresión tecnológica se manifestó en una reducción en los activos (por ejemplo en los animales) en años recientes (Gordillo *et al.*, 1995, Cuadro 7.1). El porcentaje de productores que poseen bueyes, mulas y caballos disminuyó.¹²⁶ Además, en los lugares donde la migración es parte de la reacción económica de estos productores, la regresión tecnológica podría intensificarse debido a la pérdida de conocimientos sobre la administración de recursos.

Otro indicador de vulnerabilidad aparece en los datos de las encuestas sobre los ejidos. El 82 por ciento de la muestra de los productores de maíz en esta encuesta participa en un solo ciclo, ya sea el de primavera-verano (74 por ciento) o el de otoño-invierno (8 por ciento). Sólo el 18 por ciento de los ejidatarios de dicha muestra, que son productores de maíz, cultiva este grano en ambos ciclos. Esto significa que para la vasta mayoría de productores (y sus familias) el suministro de maíz proviene de una sola cosecha anual.¹²⁷

Estos productores deben depender de su capacidad de adquisición de maíz en caso de que afronten un déficit durante el resto del año. Por consiguiente, dependen de flujos monetarios para satisfacer sus necesidades domésticas. Necesitan efectivo para adquirir otros alimentos básicos, medicinas, ropa y herramientas. Además, estos hogares venden su mano de obra en los mercados local, regional y nacional. Con frecuencia emigran a Estados Unidos para satisfacer sus necesidades de ingresos. Siempre y cuando sigan encontrando empleos y crezca el ingreso real, estos productores no se verán afectados por el proceso de ajuste. Pero la creación de empleos es lenta y los sueldos reales cayeron en los últimos ocho años. Asimismo, las reducciones en el precio del maíz continuarán ejerciendo presiones a la baja sobre los sueldos rurales reales y, de este modo, afectando a los productores de subsistencia.¹²⁸

¹²⁵ Los indicadores sociales de la encuesta sobre nutrición más reciente en el México rural confirma esta vulnerabilidad (Instituto Nacional de Nutrición, 1997).

¹²⁶ La encuesta sobre los ejidos de 1994 reporta un deterioro en las condiciones tecnológicas de aquéllos (véase Gordillo *et al.*, 1994).

¹²⁷ Casi la mitad de los productores (47 por ciento) tenía pequeños inventarios de maíz antes de iniciarse el ciclo.

¹²⁸ Algunos consideran que este efecto sobre los salarios reales es una ventaja por sus efectos positivos sobre la inversión, el crecimiento y la generación de empleo (véase Levy y Van Wijnbergen).

Estas reacciones de producción no necesariamente existen de manera aislada. Algunas son utilizadas por los productores en combinación con otras.¹²⁹ Además, las decisiones de producción pueden ordenarse de modo distinto en los dos ciclos agrícolas. Por ejemplo, en el ciclo primavera-verano, donde predomina la agricultura de temporal, podría haber una tendencia hacia el consumo doméstico, aunque ésta no necesariamente sea la estrategia dominante. En ciertas regiones con muy buena dinámica de temporal, serán más importantes la modernización y la sustitución de cultivos. En el ciclo otoño-invierno, la principal tendencia productiva será modernizar la producción de maíz, o pasar a otros cultivos. Finalmente, algunas reacciones de producción tendrán un efecto dual sobre el micronivel, con implicaciones en las parcelas que se cultivan o en la fuente de agua que se utiliza. Sin embargo, tomadas en conjunto, su impacto podría ser totalmente distinto, no sólo en el sentido cuantitativo, sino debido a que el impacto ambiental podría tener una naturaleza diferente.

C. Infraestructura física

La producción de maíz blanco en México, tanto en el sector tradicional como en el moderno, requiere de una infraestructura física adecuada en volumen y variedad, tanto pública como privada, más allá de las redes de transporte y las instalaciones de agua, drenaje y energía. Requiere, por ejemplo, de redes amplias de terrazas, almacenes e irrigación. Mantener los niveles de la producción doméstica (a pesar de la disminución en los precios nacionales y del aumento en las importaciones), junto con la disminución en la tasa de la inversión pública en infraestructura básica, dio origen a una brecha en la infraestructura. Estas brechas son evidentes en las inversiones efectuadas en tierras arables para prevenir la erosión, así como en tecnologías vegetativas, infraestructura e irrigación.

La importancia de la inversión pública en la infraestructura es destacada por Levy y Van Wijnbergen (1995), quienes concluyen que los beneficios de la eficiencia podrían no materializarse ni extenderse a todos los grupos sociales de no adoptarse medidas de ajuste, como inversiones en la infraestructura hidroagrícola. Dos estudios de García Barrios (1992, 262-3) demuestran que los costos de producción aumentan por la falta de inversiones adecuadas en la infraestructura. Hasta los años ochenta, la única tecnología disponible para prevenir o detener la erosión era mecánica, y requería de grandes gastos de capital que sólo podría hacer el gobierno. Se estima que más del 90 por ciento de las inversiones en tierras cultivables necesarias para combatir la erosión fueron diferidas (Turrent, 1997). Esta tendencia se ha agravado en años recientes.

En los años ochenta surgió una nueva serie de tecnologías conocidas como “vegetativas”. Dado que estas tecnologías no implican grandes operaciones de remoción de tierra y son asequibles para los productores privados, algunas pueden utilizarse para el manejo integrado de mantos acuíferos en los programas de conservación de aguas y suelos. Los ejemplos de estas tecnologías incluyen terrazas de barreras vivas, pastizales de vetiver y cultivo por hileras. Sin embargo, aunque sus costos están significativamente por debajo de las antiguas tecnologías de remoción de tierra, es crucial el papel desempeñado por quienes las adopten. En muchos casos, las nuevas tecnologías no toman en cuenta las limitaciones en la capacidad para disponer de los recursos necesarios por parte de los productores individuales.¹³⁰ Para estos últimos, en el caso del maíz en México, la escasez de mano de obra seguirá siendo un obstáculo para la adopción de tales tecnologías.¹³¹

¹²⁹ Un ejemplo de esto es la combinación de migración, ganadería y producción de maíz identificada en Gordillo *et al.*, 1994.

¹³⁰ Por ejemplo, el pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides*) fue descrito acertadamente en un informe del Banco Mundial (citado por Sivamohan *et al.*, 1993): el vetiver aumenta la sedimentación, reduce los escurrimientos, consolida los suelos a una profundidad de hasta 3 metros, sus raíces impiden las fisuras, los badenes y los túneles, en tanto que su naturaleza aromática desagrada a roedores y otras plagas. Sin embargo, las características inherentes de estas tecnologías son menos importantes que su integración a las prácticas locales de labranza. Por ejemplo, Sivamohan *et al.* (1993) reportan, en el caso del pasto vetiver, que el hecho de que su sistema de raíces tenga invariablemente una profundidad de 3 metros es menos importante que la adopción por parte de los campesinos del vetiver como parte de sus propias estrategias. El pasto vetiver fue particularmente popular en la agricultura de plantaciones durante la Colonia (azúcar, caucho, té, café y fruta). En estos sistemas de producción, era posible darles el enorme mantenimiento que necesitan gracias a las grandes cantidades de mano de obra que había.

¹³¹ “Con frecuencia, los granjeros con pequeñas parcelas no gastan en los escasos recursos necesarios para el manejo de sistemas de conservación de suelos y agua porque se ven forzados a concentrarse más en los beneficios a corto plazo que en los de largo plazo” (Sivamohan *et al.*, 1993, 297).

Además, la mayoría de las tecnologías vegetativas para la conservación de suelos exige significativos gastos de capital e insumos de mano de obra. Su adopción podría verse desalentada en favor de una maximización de las ganancias a corto plazo y de reducciones en el costo unitario. Dado que los efectos a largo plazo de la erosión (que podrían sentirse hasta dentro de 60 años, en términos de tiempo) no son facturados como parte del costo, los campesinos tienden a no considerarlos, y las señales del mercado no son evidentes hasta que es demasiado tarde. Podría dependerse demasiado de los fertilizantes hasta que la fertilidad de la propia tierra quede casi totalmente sustituida por insumos agroquímicos, y la erosión finalmente ocurra.

Infraestructura de riego

Un elemento crucial para el desarrollo agrícola es la construcción, operación y mantenimiento de infraestructura hidroagrícola. En efecto, Levy y Van Wijnbergen (1995) concluyen que los beneficios derivados de una mayor eficiencia podrían no materializarse ni derramarse a todos los grupos sociales, si no se adoptan medidas de ajuste como inversiones en la infraestructura hidroagrícola durante el periodo de transición establecido por el TLC para el maíz.

Los datos del Cuadro 40 indican que la inversión federal en nuevos proyectos de irrigación ha disminuido tanto para grandes como para pequeños proyectos. En términos reales, el nivel de la inversión en 1994 no se ha recuperado, excepto en el caso de pequeños proyectos de riego. Aunque estos últimos son necesarios,¹³² los datos demuestran que la superficie recién convertida en tierras de riego disminuyó desde 1988. Las nuevas superficies de riego disminuyeron constantemente a partir de 1991. En 1996 la cantidad total de hectáreas de nuevas tierras de riego representa la sexta parte de la que había en 1991. Por consiguiente, se está reduciendo el ritmo de crecimiento.

Aquellos proyectos que consiguen desarrollarse tienden a ser pequeños. Podría ser conveniente desalentar los proyectos mayores, que tendieron a dominar la construcción de infraestructura en el pasado, si los proyectos más pequeños logran demostrar mayores utilidades que la inversión y beneficiar a varios productores.

Cuadro 40 Inversión en infraestructura hidroagrícola, 1988-1997

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Nuevas inversiones (Millones de pesos de 1993)										
Total	438	643	884	1,018	1,043	560	520	241	268	287
Riego en grandes sup.	200	272	359	339	360	148	153	53	66	56
Riego en pequeñas sup.	85	144	215	261	203	77	65	29	40	67
Rehabilitación	125	110	226	360	395	256	213	131	98	74
Protección ^a	28	117	84	58	85	79	89	28	64	90
O y M ^b	4	23	22	21	40	32	30	33	46	38
Tierras de riego (Miles de hectáreas)										
Nuevas tierras de riego	28	21	38	39	32	13	11	5	10	6
Grandes proyectos	4	6	20	32	27	11	8	3	7	5
Pequeños proyectos	24	15	18	7	5	2	3	2	3	1
Rehabilitados y mejorados	3	35	44	164	176	100	116	64	38	32

^aProtección a zonas productivas y urbanas.

^bO y M: Costos operativos y de mantenimiento.

Fuente: Preparado con datos de Ernesto Zedillo, Anexo del III Informe de Gobierno 1997.

¹³² Particularmente en los estados montañosos de Guerrero y Oaxaca, donde las pequeñas cuencas de los ríos y los mantos siguen ofreciendo buenas posibilidades para la irrigación.

D. Organización social

Las cuestiones relacionadas con la organización social son importantes para los cambios que se desarrollan en el sector maicero. Entre los aspectos principales se incluyen las instituciones sociales y el régimen de tenencia de la tierra, estrechamente asociado, la producción de subsistencia y la disponibilidad de mano de obra, además de la migración. En muchos casos, aunque la producción se mantiene a pesar de las caídas en los precios, estas últimas generaron cambios sociales que podrían afectar el medio ambiente. De modo más general, la importancia social y cultural del maíz es particularmente relevante para la conservación de la variabilidad genética y el suelo. En muchas regiones maiceras de México, los pueblos indígenas han mantenido un duradero sistema de producción sustentable mediante complejos esquemas de manejo de recursos que incorporan conocimientos avanzados sobre las propiedades de los suelos y las características genéticas de distintas variedades de maíz.

1. Instituciones sociales y tenencia de la tierra

Las instituciones sociales proporcionan el principal sostén para el uso y desarrollo de muchas técnicas de producción.¹³³ La existencia de instituciones de gobierno social débiles podría originar el deterioro o abandono de tecnologías y técnicas de otro modo factibles, debido a que las técnicas tradicionales de cultivo de la tierra generalmente dependen de una gran reserva de mano de obra (véase García Barrios y García Barrios, 1990). La pobreza y las presiones para migrar en busca de oportunidades económicas podrían debilitar la estructura social que soporta la producción de maíz. Por consiguiente, las organizaciones comunitarias podrían enfrentar el desafío de escasez estructural de mano de obra, que limitaría su capacidad de realizar las tareas necesarias para una producción sustentable de maíz.

La gestión colectiva de los recursos es habitual en muchas comunidades del México rural. Aunque frecuentemente asociado con la propiedad colectiva de tierras, bosques y aguas, el régimen ejidal no es un esquema de administración de recursos de propiedad común. En un ejido típico, un solo productor es propietario y explotador de parcelas individuales, en tanto que la comunidad es propietaria y administradora de las tierras comunales de pastoreo, bosques o recursos hidráulicos.

La delicada estructura institucional mediante la cual la comunidad administra estos recursos es un fundamento de importancia crítica para la producción sustentable. Los patrones adecuados de la utilización de recursos, en lo que se refiere a la conducción de ganado, tiempo de pastoreo, uso de tierras por temporadas y el acceso a los recursos forestales e hidráulicos, son todos identificados, aprobados y aplicados por los distintos organismos de gobierno en la comunidad. Si estas instituciones de gobierno social se ven debilitadas, queda amenazado el trabajo colectivo y disminuida su eficiencia.¹³⁴ El sobrepastoreo es un resultado típico, así como la falta de coordinación en las fechas de cosechas, que puede perturbar la asignación de recursos. El sobrepastoreo puede acelerar la pérdida de humus y el riesgo de erosión. También provoca incapacidad para proporcionar el mantenimiento adecuado a la infraestructura física (como terrazas o sistemas de riego) cuando las labores correspondientes son intensivas en mano de obra o se requiere de mano de obra cooperativa.

El hecho de sustituir la producción de maíz por la de productos intensivos en mano de obra, como frutas y verduras, podría reducir la población productora de maíz y erosionar las instituciones sociales y comunitarias tradicionales responsables de la administración de recursos en muchas zonas de México.

2. Productores de subsistencia y empleo rural

La producción de subsistencia está concentrada en el sur y sureste de México, así como en los estados de México, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo en el centro del país. Como lo demuestra la Gráfica 11, estos estados también concentran a los productores de bajos ingresos. Éstos cultivan pequeñas parcelas utilizando maíces criollos locales. Algunos estudios sobre el TLC parten de la suposición de que las reducciones en los precios beneficiarán a los productores que tienen déficits en su balance en materia de maíz, y

¹³³ Véase el estudio de Collier (1992) sobre Zinacantán, en el estado de Chiapas.

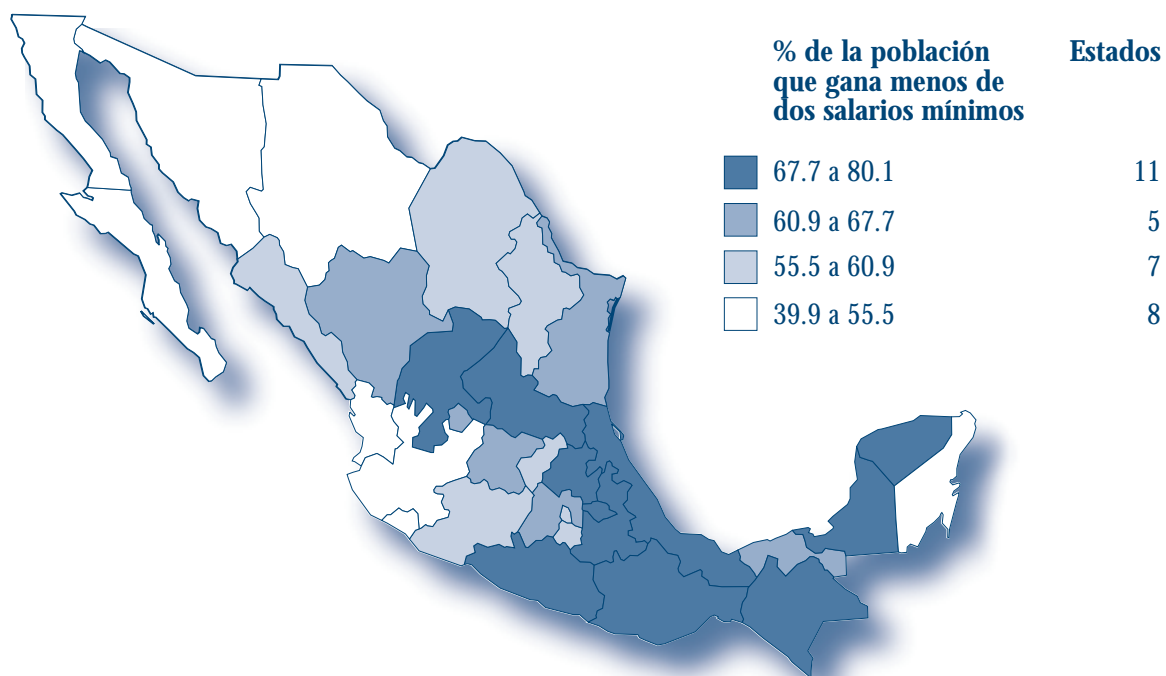
¹³⁴ Un estudio de caso en muchas comunidades de Michoacán (Argueta, Gallart *et al.*, 1992) demuestra que el debilitamiento de estas instituciones ocasiona una administración de recursos ineficiente en comunidades donde la producción sustentable fue la norma.

que una alta proporción de productores mexicanos no se verán afectados por las reducciones en los precios porque producen únicamente para consumo doméstico (Masera, 1990; García Barrios, 1991; De Janvry *et al.*, 1995a; Levy y Wijnbergen, 1995). Muchos análisis basados en los resultados de la encuesta sobre los ejidos de 1994 muestran que cerca del 60 por ciento de los ejidatarios (responsables del 38 por ciento de la producción total de maíz) no venden su maíz en el mercado y lo utilizan exclusivamente para consumo familiar.¹³⁵

Sin embargo, los productores de subsistencia no siempre son autosuficientes. Un hogar típico cosecha y almacena grano para utilizarlo durante el año calendario. Normalmente canaliza pequeñas cantidades de la cosecha hacia el mercado a fin de contar con ingresos para saldar las deudas o adquirir otros bienes y servicios necesarios y solventar los gastos domésticos normales.¹³⁶ Ciertamente, muchos productores tradicionales de subsistencia de maíz utilizan en su producción los insumos modernos adquiridos (fertilizantes y plaguicidas).¹³⁷ Las fuentes de ingreso varían entre dinero en efectivo obtenido por los miembros del hogar que venden su mano de obra en los mercados locales, envíos de sumas de integrantes de la familia que emigran, o ingresos ganados mediante otras actividades como la confección de telas, bordados, canastas o sombreros. El punto de vista de que los campesinos de subsistencia no se verán afectados por las reducciones en los precios del maíz ignora el hecho de que estos productores dependen de flujos monetarios y de los ingresos obtenidos en actividades no agrícolas.

Los precios al consumidor de la tortilla, la masa, el nixtamal y el grano crudo no han bajado. Una razón de esto es que la intermediación y la segmentación del mercado conservaron la rigidez del precio en las localidades. Varios productores de maíz se ven en la situación de tener que vender maíz en el mercado de compradores y comprar tortillas en el mercado de vendedores. Por consiguiente, los productores de subsistencia cuyo balance en materia de maíz presenta un déficit se enfrentan a los altos costos de transacción cuando tienen que comprar maíz en el mercado (De Janvry, 1995; Levy y Van Wijnbergen, 1995; García Barrios *et al.*, 1991).

Gráfica 11 México: Población de bajos ingresos



Fuente: Estimaciones a partir de los datos del XI Censo de Población del INEGI.

¹³⁵ Véase De Janvry, 1996, y De Janvry *et al.*, 1995b.

¹³⁶ El presente estudio excluye a quienes no venden maíz y son propietarios de ganado, y por tanto necesitan el grano que producen para consumo animal, así como a quienes no lo venden y usan patrones de cultivos diversificados, cuya producción de maíz es una actividad marginal (véase De Janvry *et al.*, 1995).

¹³⁷ Véase Gordillo *et al.*, 1994.

La naturaleza eventual de la mano de obra agrícola hace difícil calcular la cantidad de trabajadores que intervienen en actividades de este tipo. Los ingresos derivados de las actividades en la agricultura generalmente no son suficientes para sostener a una familia durante un año. Por consiguiente, con frecuencia existe la necesidad de trabajar en las parcelas de otros granjeros, o emigrar temporalmente a pueblos y ciudades.

Las reducciones en los precios del maíz afectarán los sueldos rurales reales, y a los productores de maíz de subsistencia que necesitan generar ingresos. La encuesta sobre los ejidos de 1994 confirma que el empleo no agrícola es la fuente de ingresos más importante para estos productores. Por consiguiente, si las unidades productoras de maíz son desplazadas del mercado del maíz, las oportunidades de empleo para estos campesinos de subsistencia desaparecerán porque los productores de maíz que les dan empleo serán afectados por una mayor competencia.

Aun si la caída en los precios del maíz no afecta a los productores de subsistencia, sus fuentes de empleo pudiesen ser afectadas porque son empleados directamente por productores de maíz más competitivos que venden en los mercados. Si estos productores optan por abandonar la producción del maíz, los flujos de migración rural se incrementarían debido a que la consiguiente falta de ingresos induciría a un mayor número de productores pequeños y medianos a buscar oportunidades de empleo fuera de sus pueblos y caseríos (Salas, 1997).

Por consiguiente, el concepto del desempleo abierto no proporciona una comprensión exacta sobre las características de la mano de obra en las zonas rurales. En épocas de baja actividad agrícola, las personas que no trabajan en esos momentos no buscan empleo en las zonas donde viven. Ya saben que no lo hay. Así, las condiciones normales que deben considerarse en el desempleo abierto (falta de trabajo y búsqueda activa de empleo) no se cumplen. Los datos sobre el desempleo rural, que provienen de la Encuesta Nacional sobre el Empleo, muestran que los índices de aquél en las zonas rurales carecen de valor para todo propósito práctico, y que representan menos del 1 por ciento de la fuerza de trabajo en zonas urbanas menores.¹³⁸ Las recientes estimaciones sobre el empleo rural calculan la cifra total en aproximadamente 7 millones.¹³⁹ Las Encuestas Nacionales sobre el Empleo (ENE) fueron realizadas en 1988, 1991, 1993, 1995 y 1996. Estas encuestas recaban datos para el segundo trimestre (abril-junio) del año. El Cuadro 41 compara datos de 1991 a 1995 e indica una aparente reducción en la fuerza de trabajo empleada en actividades agrícolas.

Cuadro 41 Empleo agrícola, 1991 y 1995

	1991	1995
Productores	4,312,790	3,123,189
Trabajadores directos	4,541,336	4,150,609

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional sobre el Empleo, 1991 y 1995.

La disminución de la cantidad de productores (incluidos propietarios privados y ejidatarios) y de los trabajadores directos se debe a un cambio en la metodología, y no puede atribuirse a adquisiciones de tierras luego de la reforma legal al Artículo 27 de la Constitución. Es posible que parte del impacto de estos cambios legales haya sido captado en los datos del Cuadro 42, de 1995 y 1996, porque ambos años son comparables.

¹³⁸ En la Encuesta Nacional sobre el Empleo, las zonas urbanas menores son ciudades y poblaciones con menos de 100,000 habitantes.

¹³⁹ Estimaciones del autor basadas en datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Encuesta del censo de población 1995, Aguascalientes, 1997.

Cuadro 42 Empleo agrícola, 1995 y 1996

	1995	1996
Productores	3,123,189	2,769,391
Trabajadores directos	4,150,609	3,885,571

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional sobre el Empleo, 1995 y 1996.

Los trabajadores desplazados del sector maicero podrían ser absorbidos por empleos en otros sectores, como la horticultura y otros cultivos intensivos en mano de obra. Los indicadores preliminares que toman en cuenta el tamaño de los mercados, las superficies dedicadas para distintos cultivos, la evolución de las tecnologías, las perspectivas de la competencia internacional y la disponibilidad de insumos, revelan que esta capacidad de absorción podría no existir. México ya representa el 70 por ciento del mercado hortícola de temporada (invierno) de Estados Unidos.

Además, significativas cantidades de importaciones de maíz libres de aranceles fueron desviadas hacia productores de fructosa. Según algunos informes, entre .3 y 1.2 millones de ton métricas de maíz importado se destinaron en 1996 a la fabricación de fructosa en unas cuantas plantas en México. Ahí la fructosa se utiliza como edulcorante y afecta a los productores de azúcar locales. Si la tendencia a sustituir el azúcar con fructosa gana impulso, sería significativo el impacto sobre la industria azucarera.¹⁴⁰

3. Migración

Los flujos migratorios son un importante componente de las estrategias económicas familiares. Para que los hogares productores de maíz satisfagan la necesidad de ingresos extras, vender parte de su mano de obra en el mercado local es una fuente de ingresos de importancia crítica. Pero la migración no sólo está relacionada con la generación de ingresos; influye en las opciones tecnológicas al alcance de los hogares en términos de combinación de insumos y productos, así como en los patrones de uso de la tierra, además de tener importantes implicaciones para la conservación de los recursos genéticos.

La migración es un elemento importante entre las estrategias económicas en el ámbito doméstico. Modifica la disponibilidad de tierras, mano de obra y dinero para cada hogar. Los envíos de dinero son un importante recurso para el hogar, y existen pruebas de que constituyen una crucial forma de ayuda para los productores de maíz mexicanos. El proceso migratorio que subyace a estos envíos puede dar como resultado escasez de mano de obra en el ámbito del hogar y la comunidad. Un estudio de la comunidad y de los hogares en una localidad que depende de la producción de maíz (García Barrios y García Barrios, 1990) indica que la migración genera nuevas fuentes de riesgo, inseguridad e incapacidad de mantener las competencias adecuadas en el manejo de los recursos.

La emigración excesiva significa que disminuyen las cifras de población absolutas y el tamaño de los hogares. Esto tiene importantes consecuencias sobre la disponibilidad de mano de obra para las actividades agropecuarias. La oferta de dinero en el ámbito local se expande, y tanto los procesos de producción como los de consumo se hacen cada vez más dependientes de los flujos monetarios. Además se abandonan las tierras y aumenta la cantidad de las manejadas por hogar debido al préstamo de tierras y la aparcería.¹⁴¹ En conjunto, estos fenómenos restringen la capacidad de un hogar para vigilar los procesos de producción y, por consiguiente, para conservar las prácticas agrícolas necesarias para la agricultura sustentable en su propio entorno agroecológico. En consecuencia, es importante analizar detalladamente la posibilidad de una mayor migración desde las zonas productoras de maíz, conforme se desarrolla el régimen del TLC y convergen los precios nacionales del maíz con los precios internacionales.

¹⁴⁰ Se calculó que, a mediano plazo, la fructosa (que cuesta hasta un 30 por ciento menos que el azúcar) podría absorber más de una tercera parte del mercado de los edulcorantes en México, desplazando a los productores azucareros locales: podrían quedar amenazados hasta unos 20 trapiches que procesan la materia prima de más de 200,000 ha. La cantidad de empleos afectados, considerando a los cortadores de caña y otros trabajadores, podría ascender a 150,000. Comunicación directa de Víctor Suárez Carrera (Director Ejecutivo, ANEC).

¹⁴¹ Esto también se ve apoyado por pruebas de la encuesta sobre los ejidos de 1994 (Gordillo *et al.*, 1994)

Existe una falta de datos sistemáticos de buena calidad sobre los recientes patrones de migración desde las zonas rurales de México.¹⁴² Deben utilizarse métodos indirectos para evaluar el potencial migratorio de las poblaciones rurales pobres. Por su misma naturaleza, estos métodos no ofrecen resultados muy precisos, pero sí proporcionan estimaciones de tendencias posibles. La Gráfica 12 ilustra los patrones generales de migración en México.

Gráfica 12 México: Índice de migración



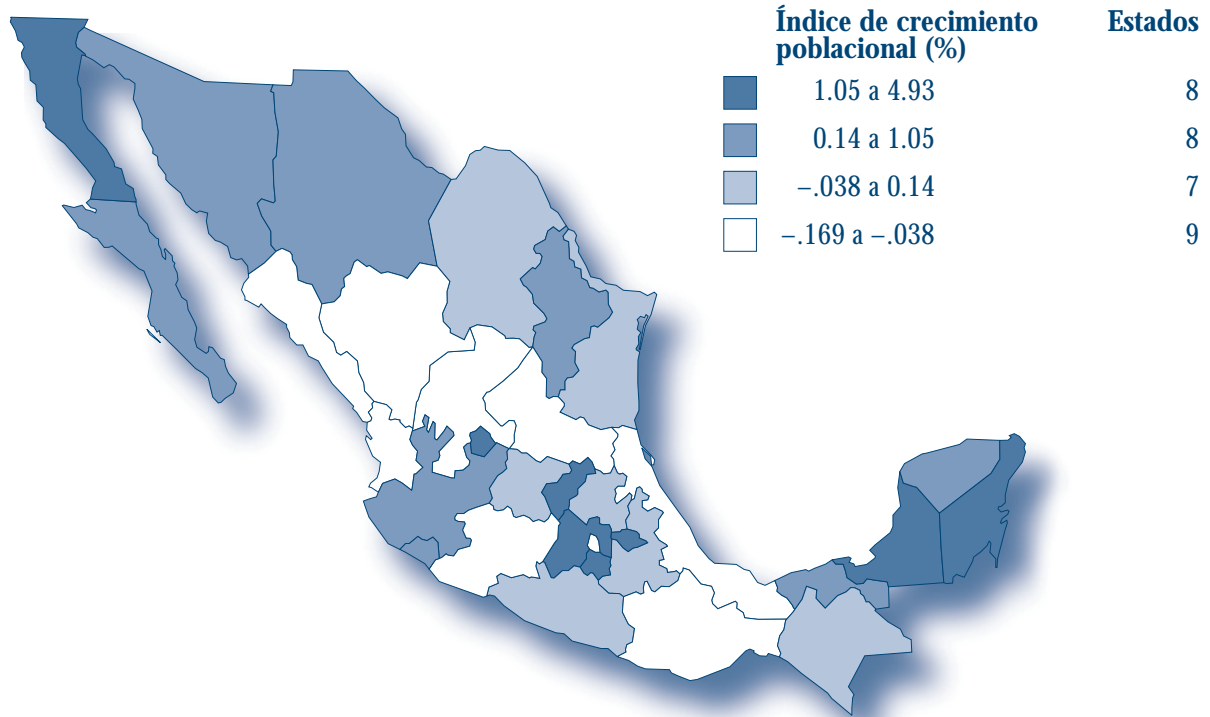
Fuente: Salas, informe especial, 1997.

En la Gráfica 13 se presentan los patrones de migración por estado entre 1990 y 1995.

Como una contribución al presente estudio, Salas (1997) evaluó la posible migración de mano de obra en zonas maiceras mexicanas, para identificar los estados donde hay mayor posibilidad de emigración. Su análisis se basa en conjuntos específicos de estados, como lo ilustra la Gráfica 14. Se anexa al presente estudio una discusión completa, como Anexo B.

Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí y Tlaxcala representan un grupo de estados menos desarrollados, y se consideran la zona 1 (como se ilustra en la Gráfica 14). El común denominador de estos estados es su alto nivel de pobreza (como lo indica el alto porcentaje de la fuerza de trabajo con un bajo nivel de ingresos), una elevada proporción de unidades productoras de maíz con tecnologías que no son intensivas en capital (considerando el uso de híbridos como indicador) y las altas tasas de producción de maíz para consumo doméstico.

¹⁴² Puede encontrarse una buena discusión sobre las estimaciones de la migración de México a Estados Unidos en Corona y Tuirán (1997).



Fuente: Estimaciones a partir de los datos del XI Censo de Población del INEGI.

En el terreno estatal, Chiapas, Querétaro, Quintana Roo y Tlaxcala generan las cifras más altas de migrantes permanentes. Un análisis desagregado en el ámbito municipal muestra que la mayoría de los municipios experimenta emigración. Esto indica un estrecho vínculo entre los niveles de desarrollo y la migración permanente. Los bajos niveles de ingreso y las técnicas tradicionales de producción de maíz están asociados con niveles de migración más elevados.

Existe una relación entre el subdesarrollo económico social y una propensión a la emigración permanente. El hecho de que los estados con grandes cantidades de unidades agrícolas de subsistencia también son pobres hace pensar que los estados de la zona 1 sufrirán el mayor impacto por la emigración de productores de maíz. Esto es consecuencia del hecho de que las unidades que utilizan la mayor parte del producto para consumo doméstico son productores de maíz y frijol.

Hay una falta de datos sobre la migración temporal. Puede hallarse una aproximación en los datos sobre mano de obra agrícola migrante publicados por la Sedesol en 1997. Los resultados de estas encuestas muestran que los estados de la zona 1 son de donde proviene gran parte de la fuerza de trabajo temporal, y que entre las principales razones por las que migran los jornaleros, o migrantes temporales, destacan la falta de tierras y de ingresos.



Fuente: Salas, informe especial, 1997.

El análisis indica que las zonas de las que emigran los trabajadores agrícolas tienden a ser economías predominantemente campesinas, con pequeñas unidades de producción, suelos poco profundos o erosionados y escasa diversificación de producción. Por consiguiente, los estados que son importantes fuentes de migración de fuerza de trabajo agrícola son Oaxaca y Guerrero. Los estados que atraen la mano de obra migrante son Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Morelos, Nuevo León y algunas zonas de Coahuila y Durango. Un tercer grupo de estados que experimentan tanto inmigración como emigración incluye a Colima, Chihuahua, Jalisco, San Luis Potosí, Chiapas, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Tabasco y Veracruz.

Esto implica que hay mayores posibilidades de migración en aquellos estados donde los bajos niveles de ingreso se combinan con una mayor proporción de pequeñas parcelas y bajos niveles de tecnología en la producción. Las tendencias actuales bien podrían reforzar una significativa migración de las zonas de producción tradicional, conforme los granjeros medianos abandonen el mercado del maíz como resultado de la caída en los precios y la competencia entre el maíz nacional e importado, lo que resultaría en menos oportunidades de empleo. Para los pequeños productores cuyos hogares dependen de las oportunidades de empleo locales, esto generará una presión extra para migrar a mercados de mano de obra más distantes.

No ocurre una migración significativa entre los productores más pobres, debido a los costos asociados. Las redes sociales son importantes en el establecimiento gradual de pautas migratorias, puesto que reducen los costos de migración y pueden llegar a organizarse para obtener beneficios de las economías de escala.¹⁴³ En una situación recíproca, donde las instituciones sociales y las relaciones de parentesco (consanguíneo y ritual) proporcionan formas para mitigar los efectos de la penuria económica, la migración puede no ser un incentivo. Si las presiones económicas, como la labranza inadecuada e ingresos no agrícolas, además de la falta de oportunidades de empleo locales, debilitan las instituciones y relaciones locales, la migración podría incrementarse.

¹⁴³ Sobre la importancia de estas redes sociales, véase Natural Heritage Institute (1997).

El Cuadro 43 indica la distribución de la población agrícola por edades y por régimen de tenencia de la tierra. Muestra que el promedio de edad de los trabajadores agrícolas es alto, en comparación con la fuerza de trabajo urbana. Estos datos también confirman una migración desde la agricultura hacia otras actividades y la incapacidad para sustituir a los ancianos que aún trabajan en la producción maicera. Esto dará por resultado que la agricultura mexicana pierda información técnica relacionada con suelos, semillas y agroecosistemas, pérdida que podría tener graves consecuencias ambientales.

Cuadro 43 Distribución por edades de la población agrícola, 1995

Grupo de edad	Propietarios	Ejidatarios (incluye a comuneros)
12-24	4.36	5.49
25-44	37.07	36.83
45 y mayores	58.57	57.67

Porcentajes.

Fuente: INEGI-STPS, 1996.

Algunos análisis sobre el TLC citan los importantes flujos migratorios como una consecuencia de la reestructuración de la agricultura entre los productores de maíz.¹⁴⁴ Una comparación de los datos entre las dos encuestas sobre los ejidos efectuadas en 1990 y 1994 revela que el tamaño medio de las familias en la muestra disminuía como resultado de la migración (Gordillo *et al.*, 1994, 3.1). Esta misma comparación mostraba que la migración ocurre con mayor frecuencia en individuos de entre 30 y 45 años de edad. El déficit migratorio en 1994 era mayor para el grupo de 20 a 30 años de edad, con un déficit del 21 por ciento para individuos de entre 20 y 25 años. El 54 por ciento de los migrantes viajaban a Estados Unidos. Para hogares con parcelas de ente 5 y 10 ha, la cifra era aún más elevada: 64 por ciento.

Los flujos migratorios tienen una compleja relación con el medio ambiente. Por una parte, la degradación ambiental puede ser una fuerza que impulse a la migración, en tanto que por otro lado la migración puede causar el deterioro ambiental. Así, podría establecerse una pauta cíclica. En otro estudio efectuado por De Janvry *et al.* (1997b), la pobreza se correlaciona con las presiones ambientales (lo que se mide mediante la degradación forestal y variables relacionadas con la calidad de los suelos). Pero una mayor pobreza hace más difícil sobreponerse a los altos riesgos y costos de transacción que conllevan las decisiones de migrar.

Cuando la migración ocurre, la estructura demográfica de las comunidades afectadas cambia rápidamente. Primero, la fuerza de trabajo se reduce. Esto puede ejercer un impacto sobre la gestión de recursos (incluidos la administración de los suelos y el reconocimiento, conservación y utilización de semillas). Las instituciones sociales que apoyan mediante disposiciones cooperativas a las actividades de producción intensivas en mano de obra también podrían desaparecer debido, en parte, a la escasez de mano de obra y a la sustitución por mano de obra asalariada (García Barrios y García Barrios, 1990).¹⁴⁵ Una decisión tecnológica crucial en la producción está relacionada con la generación y selección de semillas. Conforme ocurre la migración y los jornaleros desposeídos rentan parcelas o realizan acuerdos para compartir los cultivos, son los propietarios de las tierras quienes tienen el poder de tomar las decisiones acerca de las semillas que deben usarse. Sin embargo, la pérdida de control sobre todo el proceso productivo frecuentemente se ve acompañada por un deterioro de la relación entre la selección de semillas y otros aspectos del cultivo.

¹⁴⁴ Calva (1991) predijo grandes desplazamientos de la población. Levy y Van Wijnbergen (1992) calcularon en 419,000 la cantidad de personas desplazadas del sector maicero, utilizando un modelo de equilibrio parcial, y calcularon una cifra de 700,000 utilizando un modelo intertemporal (1995). En varios estudios, De Janvry *et al.* consideraron consistentemente que estas estimaciones eran exageradas; fundamentan esta aseveración con el porcentaje posiblemente elevado de hogares ejidales productores de maíz que no son vendedores y que, por consiguiente, no serían afectados por los cambios en los precios. De Janvry *et al.* (1995) hacen notar que estudios previos sobrestimaron el efecto de desplazamiento porque ignoraron sistemáticamente la posibilidad de utilizar una serie de instrumentos políticos para ayudar a los productores de maíz a diversificarse, pero descubrieron un perturbador vacío institucional en términos de falta de fuentes de crédito y asistencia técnica adecuadas. Además, la migración internacional (a Estados Unidos) será afectada, dada la lenta capacidad de generación de empleos de la economía mexicana (Tuirán, 1997).

¹⁴⁵ La reciente experiencia en México fue que las fuentes de ingreso complementarias no agrícolas no son necesariamente la respuesta para que los productores de maíz administren mejor sus recursos. Cuando la migración reduce la oferta de mano de obra de la familia, y se mantiene la producción del maíz, se necesita de trabajadores asalariados. Pero el uso de esta mano de obra hace que los productores más experimentados tengan menos control sobre las decisiones de producción más importantes. Los vínculos impersonales implícitos en las relaciones con la mano de obra asalariada hacen más difícil para los productores experimentados mantener una adecuada supervisión sobre las principales decisiones de producción (García Barrios *et al.*, 1991, 175).

La migración puede aliviar la presión sobre las tierras marginales y permitir periodos de descanso de la tierra más prolongados, en cuyo caso podrían restaurarse las propiedades esenciales de los suelos. Sin embargo, también es posible que la presión sobre la tierra, e incluso sobre la tierra marginal, persista al ocurrir la migración.¹⁴⁶ Los productores en algunas zonas podrían depender más de animales pequeños —tal vez ovejas y cabras— como alternativa económica.¹⁴⁷

Cuando se deja descansar un terreno inclinado, pero se utiliza para apacentar animales pequeños (cabras y ovejas) sin supervisión adecuada, la conservación del suelo se hace más difícil. Esto se exagera cuando hay migración. Habitualmente, en estos casos se envía a los niños como pastores. El pastoreo se intensifica regularmente en las horas de la tarde, cuando los niños salen de la escuela. Las prácticas inadecuadas podrían estimular el sobrepastoreo, eliminando la cubierta vegetal del suelo y ayudando a los procesos erosivos. Éste es el caso de las tierras en el municipio de Yanhuitlán, en Oaxaca (Contreras Hinojosa, 1996).¹⁴⁸ Cuando se abandonan las terrazas, puede faltar la mano de obra necesaria para reparar los daños después de tormentas severas, e iniciarse la erosión.

¹⁴⁶ Pruebas aportadas por un estudio realizado en 1985 en San Andrés Lagunas, una comunidad en la Mixteca, dejan ver que la emigración causó escasez de mano de obra, al mismo tiempo que liberó tierra de la producción. Pero la producción en tierras arrendadas se incrementó (en 1985, el 43 por ciento de la producción total de maíz en la comunidad provenía de tierras arrendadas). Hechos similares podrían indicar que la presión sobre las tierras continuaría incluso al ocurrir la migración. En estos casos, el efecto combinado de la producción continuada y la menor presión sobre la mano de obra podría perturbar aún más la capacidad de gestión de los recursos (García Barrios *et al.*, 1991).

¹⁴⁷ La política oficial mediante el Progreso (programa de combate a la pobreza impulsado por las nuevas administraciones) se basa en pequeños créditos para la adquisición de cabras y ovejas. Estos préstamos están dirigidos hacia los ejidatarios más pobres. Un efecto de criar estos animales es que la presión sobre los suelos es mayor y que la erosión podría ocurrir a un ritmo aún más rápido.

¹⁴⁸ El mismo estudio indica que esta conclusión podría extenderse a gran parte de la Mixteca en Oaxaca.

V. Impactos e indicadores ambientales

Los impactos ambientales de los cambios en la producción, la política gubernamental, el comportamiento social y la estructura serán percibidos en una secuencia de hechos conforme se desarrollen las fuerzas económicas desencadenadas por la liberalización del comercio y las inversiones.

En algunos casos, el continuar la producción de maíz utilizando métodos tradicionales, resultará en una mayor presión sobre las tierras y las aguas. Al incrementarse la erosión o al disminuir la fertilidad de los suelos, los productores se verán atrapados en un proceso donde los menores rendimientos de maíz impondrán mayores presiones para minimizar los costos. Esta presión es aliviada mediante recortes en las operaciones necesarias para mantener la productividad a largo plazo y las propiedades fundamentales del suelo. La pérdida de diversidad genética podría ser frenada si estos productores utilizaran la amplia variedad de maíces criollos como parte de su estrategia de producción. Pero su capacidad para conservar distintas variedades de maíz podría ser afectada negativamente por la migración (que se intensifica en respuesta a una mayor necesidad de obtener ingresos de actividades no agrícolas, al caer los precios del maíz). Dado que gran parte del maíz mexicano es de producción doméstica, con frecuencia fuera de la economía del mercado de trabajo asalariado, la dinámica de la organización social ejercerá un impacto de importancia crítica sobre la forma en que las decisiones de producción afectan el medio ambiente, particularmente en lo que se refiere a la diversidad genética y la calidad del suelo.

Los impactos ambientales de los cambios en la producción dependerán de la cantidad de los productores competitivos en el sector maicero moderno y de los productores de subsistencia que permanezcan en este sector. En buena medida, los efectos ambientales dependerán de los cambios técnicos introducidos por el primer grupo, y por el grado de deterioro tecnológico experimentado por el segundo.

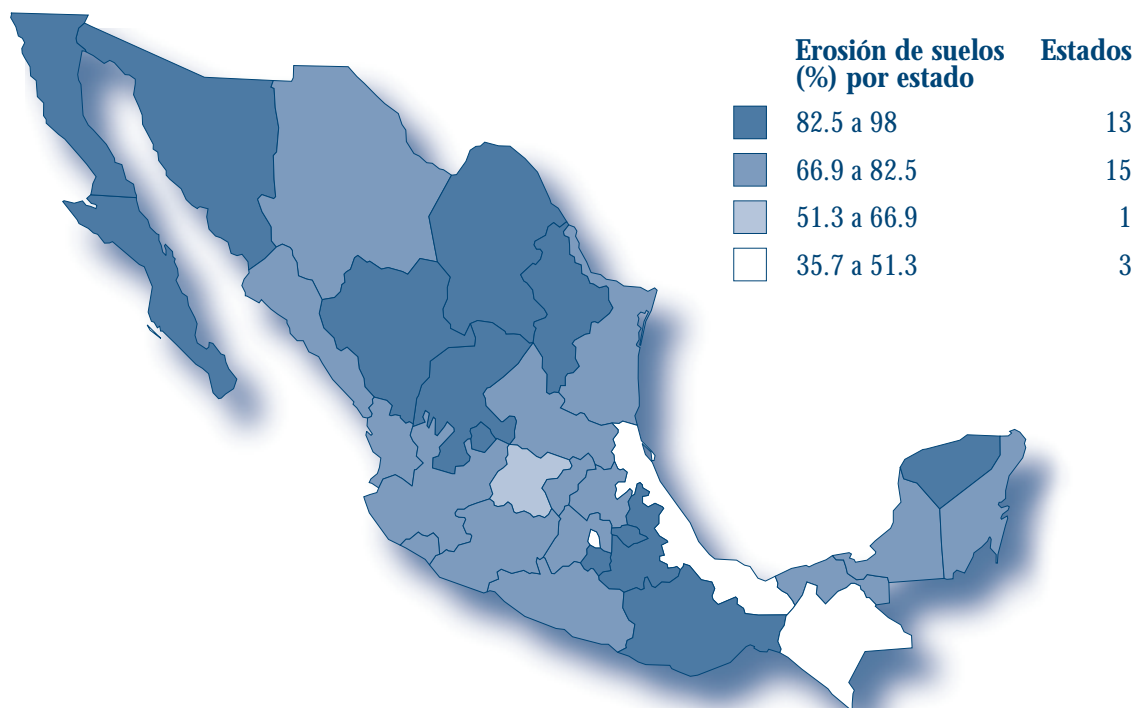
Esta sección identifica en qué lugares estos procesos tendrán más probabilidades de ejercer impactos ambientales sobre la tierra, el agua, el aire y la biota. También sugiere indicadores que podrían ser útiles para controlar el cambio ambiental.

A. Tierra: calidad y cantidad de suelos

La pérdida de humus, los distintos tipos y grados de erosión, la reducción en la fertilidad de los suelos, la salinización y la acumulación de diversos residuos agroquímicos, son cuestiones importantes relacionadas con la tierra. Tanto la erosión hídrica como la eólica afectan una significativa proporción de las tierras cultivables en México. La erosión de suelos causada o agravada por la precipitación pluvial ya afecta al 67 por ciento de la superficie agrícola mexicana (Turrent, 1997). Una razón de esto es que gran parte de la agricultura mexicana se lleva a cabo con prácticas de labranza convencionales (que no están destinadas a prevenir o impedir la erosión) en tierras con pendientes iguales o mayores al 4 por ciento.

De acuerdo con la Gráfica 15, la erosión en México ha sido más pronunciada en las regiones tropicales del sur del país. En éstas se registran precipitaciones más intensas y son más frecuentes las cuevas de mayores pendientes que en las regiones semiáridas del norte. Sin embargo, a pesar de haber menos precipitación en el norte, la cubierta vegetal es también menos densa y el *epipedón* es poco profundo. Los patrones pluviales irregulares y la erosión reducen la productividad, disminuyen aún más el grosor del *epipedón*, y hacen que la tierra sea vulnerable a las sequías (Turrent, 1997).

Gráfica 15 Erosión de suelos



Fuente: Estadísticas del medio ambiente, INEGI, datos de 1994.

La erosión ocasiona la pérdida de fertilidad de los suelos y disminuye la productividad cuando el *epipedón* queda trunco.¹⁴⁹ Aunque este proceso podría retardarse temporalmente (si hay suficientes lluvias o mediante el uso intensivo de fertilizantes) y la producción agrícola pudiera continuarse, la rentabilidad disminuirá. Algunos campesinos utilizan entonces prácticas no sustentables o ejercen más presiones sobre sus tierras (o propiedades comunes) para compensar los rendimientos menores.

No existe una medición sistemática y confiable sobre los ritmos de erosión y pérdida de humus en México. Las dificultades para obtener medidas adecuadas y extrapolarlas a niveles locales y regionales pueden ser la causa de esta falta de información adecuada.¹⁵⁰ El obstáculo más importante es la naturaleza de los diferentes procesos de erosión. Puede ocurrir erosión de capas, fisuras y badenes en localidades cercanas entre sí, y su coexistencia en pequeñas comunidades hace muy difícil la generalización. Podría desarrollarse un indicador para dar seguimiento a esto.

Los procesos de producción inducidos por el TLC no son la causa primaria de la erosión. En algunas instancias y regiones, sin embargo, las técnicas de producción que responden a las fuerzas económicas liberadas por el TLC en el sector agrícola en general, y en el sector maicero en particular, podrían acelerar las tendencias ya existentes.

¹⁴⁹ Incluyendo partes del horizonte B.

¹⁵⁰ Para una explicación detallada sobre la medición y las dificultades técnicas asociadas, véase Pimentel (1993), Rickson (1994), James (1994) y Blaikie (1985).

Los posibles efectos ambientales sobre los suelos derivados de la modernización de la producción de maíz, la utilización de tecnologías modernas y los cambios en el uso de la tierra, como la introducción del monocultivo, son extensivos. Se estima que la tierra cultivable de calidad razonablemente buena, y cuyo uso podría ser cambiado, abarca entre 16 y 18 millones de ha. Aproximadamente la mitad de estas tierras son terrenos inclinados. Si ocurren cambios en el uso del suelo en una escala significativa en la mitad que ocupan dichas pendientes, habría una mayor erosión (Turrent, 1997). Parte de este proceso podrían ser las plantaciones de árboles o las plantaciones forestales industriales. Es posible que surjan presiones ambientales si la biota resulta afectada negativamente o si se perturba la calidad de los suelos y la disponibilidad de agua. Sin embargo, si en tierras marginales donde había producción de maíz se introducen plantaciones, la calidad del suelo podría mejorar.

Existen también muchas otras prácticas agrícolas dirigidas a mejorar la conservación de los suelos.¹⁵¹ Uno de los métodos más importantes para controlar o retardar la erosión es mantener una buena cubierta vegetal. Ésta intercepta y disipa la energía de las gotas de lluvia antes de golpear contra el suelo, minimizando los efectos saltatorios y reduciendo los daños. Además, las raíces y tallos de las plantas disminuyen los escurrimientos y facilitan la filtración del agua. La humedad del suelo aumenta y facilita aún más el crecimiento de las plantas en un proceso cíclico.

Otros métodos incluyen la plantación por curvas de nivel, las terrazas, las barreras vivas o verdes, los cultivos de cubierta, la fermentación, la rotación de cultivos, los periodos de descanso, la labranza mínima o nula, la plantación en camellones y los cultivos por hileras. Algunas de estas prácticas existen desde hace décadas, pero no son de uso general. En otros casos, tales como las terrazas, se necesita ya sea maquinaria pesada para remover la tierra o una oferta sumamente grande de mano de obra (generalmente comunitaria) como parte de la inversión inicial. También se requiere de mano de obra para el mantenimiento de estas estructuras. Recientes investigaciones en cultivos de cubierta en la sierra de Santa Marta, estado de Veracruz, indican que hay un buen potencial para aumentar las ganancias de los productores pobres y reducir la presión ambiental (Buckles y Erenstein, 1996). Las tecnologías vegetativas necesitan de menos insumos de mano de obra o maquinaria pesada, pero exigen un mantenimiento significativo.

Las prácticas de labranza varían mucho en México. El arado mecanizado se realiza en zonas donde lo permiten la superficie del terreno y las cuestas. Pero los costos de capital asociados con la maquinaria agrícola son sumamente elevados. La labranza se realiza utilizando tracción animal, un método que ofrece mayor versatilidad en terrenos muy empinados. También se usan en muchas regiones sistemas de labranza más intensivos en mano de obra. El arado y la labranza preparan los suelos para cultivo al remover la tierra, al escardar y aflojar y romper las capas superficiales. El cultivo con el sistema de surcos permite una mejor escarda. La labranza tradicional puede dañar el suelo si se utiliza de manera continua durante muchos años, especialmente si la capa fértil de humus es delgada.

La información sobre el uso de plaguicidas en México es escasa, y son difíciles de obtener los datos que se centran en el contexto del maíz.¹⁵² Es claro que el uso de fertilizantes disminuyó en los últimos dos años debido a los incrementos en sus precios. Los fertilizantes y otros compuestos agroquímicos aplicados en los suelos como insumos, junto con las prácticas industriales y domésticas de disposición de desechos, aumentarán la contaminación de los suelos. Los compuestos tóxicos persistentes, las sustancias químicas y las sales, que tienen un efecto nocivo para la salud vegetal y animal, se han acumulado en los suelos hasta llegar a niveles peligrosos. Además, los residuos agroquímicos también se acumulan a diferentes ritmos en distintas clases de suelo, y la irrigación de tierras áridas con frecuencia resulta en la acumulación de sales. Los desechos industriales contaminan los suelos, y los compuestos de arsénico se acumulan en aquéllos luego de años de rociar los cultivos con arsenato de plomo. La aplicación de plaguicidas también produjo una contaminación de suelos a corto plazo. Debería diseñarse un indicador para el uso de agroquímicos por hectárea en cultivos específicos, de modo que combinado con la información sobre las superficies cultivadas pueda proporcionar un nivel estimado del uso de agroquímicos.

¹⁵¹ Véase Villar Sánchez (1996).

¹⁵² Para propósitos del presente estudio, Alatorre (1997) compiló información de la Secretaría de Salud sobre casos de intoxicaciones por plaguicidas en México, por estado y durante varios años. Los datos están organizados y presentados por la semana y año en que se reportó cada caso, y a veces permiten la identificación de un cultivo rastreado y un plaguicida específico.

Poco se sabe sobre el manejo de la acidez de los suelos. Esto es importante porque la adaptación de diversos cultivos y vegetación nativa a distintos suelos depende de la capacidad para controlar la acidez (por ejemplo, las fresas pueden cultivarse con éxito únicamente en suelos moderadamente ácidos, en tanto que la alfalfa y otras legumbres pueden lograrse sólo en suelos poco ácidos o ligeramente alcalinos). El procedimiento ordinario para corregir el exceso de acidez en los suelos es la aplicación de cal en forma de piedra caliza, piedra caliza dolomítica o cal quemada. Cuando se añade cal al suelo, el hidrógeno del complejo coloidal del suelo es intercambiado por el calcio de la cal. Los suelos ácidos predominan en las regiones con alta precipitación pluvial; en las regiones áridas, el suelo es generalmente alcalino. En el caso de México, algunas de estas cuestiones deben tomarse en consideración al llevar a cabo la sustitución de cultivos.

Si la producción inducida por el TLC produce cambios significativos en el uso del suelo, las tierras más ricas podrían verse sujetas a presiones de la agricultura comercial. La presión para reducir los costos unitarios significa que los efectos a largo plazo sobre la tierra (como la vida media del *epipedón*) son consideraciones secundarias en las decisiones de producción.

En el sector tradicional, la presión económica podría obligar a los productores a hacer que la tierra siga produciendo bajo condiciones difíciles. Esto podría impedir que las comunidades emprendan acciones apropiadas para impedir la degradación de los suelos y adopten medidas para prevenir la erosión. En este contexto es importante recordar la fragilidad de los suelos y los costos económicos y sociales que acompañan el deterioro generalizado de aquéllos. La perturbación ecológica de los suelos podría tener lugar con suma rapidez.¹⁵³ Además, hay pruebas que señalan un uso más intensivo de las tierras marginales, en condiciones que podrían implicar mayores riesgos geomorfológicos. Estas tendencias marcan un contraste entre los sectores tradicional y moderno de la producción de maíz, las tierras en laderas y planicies, así como la región semiárida en el norte y la región tropical en el sur.

Un comportamiento social como la migración puede relacionarse con la erosión, particularmente en zonas donde es necesario el mantenimiento intensivo en mano de obra con técnicas para prevenir o mitigar la erosión. En zonas donde se construyeron terrazas se requiere de mantenimiento para preservarlas. Esto es particularmente importante durante la temporada de lluvias, cuando las precipitaciones intensas pueden dañar las terrazas. Si el daño no es reparado inmediatamente, pueden destruirse otras terrazas corriente abajo. Con el tiempo, esto puede causar la destrucción de todo un sistema de terrazas y, por consiguiente, acelerar la erosión (Cerde-Bolinches, 1994).

Además, cuando se abandonan las tierras debido a la migración, o simplemente porque no es rentable cultivarlas, el sobrepastoreo puede ser una amenaza. En el caso de los productores pobres que tienen pocas alternativas, esto significa un peligro porque un gran porcentaje tiene ganado menor, como cabras y ovejas.¹⁵⁴ El programa Solidaridad para mitigar la pobreza rural se transformó en otro llamado Progreso, que ofrece varias líneas de acción, una de las cuales es otorgar pequeños préstamos a los pobres (sin garantía) específicamente orientados a la compra de cabras y ovejas. Este programa puede tener efectos negativos, contrarios a los objetivos originales de la política, puesto que los campesinos pueden ver sus tierras dañadas por los mismos animales que supuestamente deberían ayudar a mejorar su calidad de vida.

¹⁵³ Ejemplo de esto es la Región Seca (Dust Bowl) en Estados Unidos (una zona que cubre aproximadamente 390,000 km² y que abarca partes de Kansas, Oklahoma, Texas, Nuevo México y Colorado), donde, entre 1880 y 1910, los agricultores aumentaron la vulnerabilidad de las tierras a la erosión del viento al sustituir los pastizales naturales de las planicies por cultivos en hilera, trigo y cría de ganado (Worster, 1979).

¹⁵⁴ Al apacentar ganado, la tierra puede compactarse y, de este modo, disminuye la absorción de las lluvias, aumentando los escurrimientos y la pérdida de humus, lo que incrementa el riesgo de la erosión.

Datos de la encuesta sobre los ejidos de 1994 (Gordillo *et al.*, 1994, 7.1) muestran que el 37 y el 35 por ciento de los ejidatarios tienen, respectivamente, cabras y ovejas. Hay ejidatarios más pequeños que poseen cabras.¹⁵⁵ Las cabras y las ovejas tienden a arrancar la planta completa y la desarraigan del suelo, aumentando los riesgos de erosión.¹⁵⁶ Los datos demuestran un incremento en el porcentaje de productores que pastorean sus animales en tierras comunes: de 25 a 31 por ciento entre 1990 y 1994.¹⁵⁷

Un ejemplo típico de lo anterior se encuentra entre los productores de subsistencia del estado de Oaxaca.¹⁵⁸ Aquí los rendimientos pueden llegar a los 300 kilogramos de maíz, suficientes para satisfacer las necesidades domésticas de hasta tres meses. Durante el resto del año el maíz debe ser comprado. Estos productores deben migrar para obtener los ingresos necesarios para estas compras (y, en muchos casos, contratar a algún jornalero para recoger la cosecha al final del ciclo, cuando la temporada de migración comienza antes del final del periodo productivo). El Programa Nacional de Jornaleros Agrícolas (cuyo objetivo es dar empleo temporal a los trabajadores rurales, sobre todo en las zonas afectadas por caídas en el empleo y variaciones en las temporadas de migración) otorga pequeños préstamos para la adquisición de cabras.¹⁵⁹ Pero debido a que la fuerza de trabajo fue reducida en gran medida por la migración, se encarga a los niños la vigilancia de los rebaños. Las pezuñas de los animales y su modo particular de apacentamiento pueden destruir paredes de terrazas y rebordes en una sola temporada. Si este daño no es reparado, las terrazas rápidamente se hacen inútiles y se reinicia la erosión. La consiguiente presión es parte de un proceso que aumenta la vulnerabilidad de los pequeños productores conforme se deteriora la base de sus recursos.

Si se abandona la producción de maíz en tierras marginales, como consecuencia de la caída en los precios del maíz, puede detenerse la erosión de los suelos. Al dejarse descansar la tierra durante temporadas completas, puede restaurarse gradualmente la calidad del *epipedón*. Regresan las hierbas y pastos, crecen nuevamente, y los sistemas de raíces de estas plantas impiden la pérdida de humus y previenen la erosión. Así, para las tierras marginales puede haber un efecto ambiental positivo.

Deforestación

La deforestación también puede afectar la erosión. Como lo indica el Cuadro 44, en 14 de los 19 estados¹⁶⁰ la extensión de los sistemas forestales alterados es mayor que el promedio nacional. Algunos de estos estados ya padecen una erosión grave. La Gráfica 16 muestra los estados con sistemas forestales que sufren alteraciones superiores a la media. Estos estados se localizan también en regiones con mayor precipitación (véase Gráfica 1) y donde gran parte de la producción de maíz tiene lugar en tierras inclinadas. En estas condiciones, se agravará la erosión.

¹⁵⁵ La proporción de propietarios de cabras con más de 5 ha de tierra, comparada con la de propietarios de estos animales con menos de 5 ha, es de 0.87. Esta proporción era de .52 en 1990, lo que significa que el porcentaje de propietarios de cabras aumentó en varias categorías de ejidatarios (aquellos que poseen más o menos de 5 hectáreas).

¹⁵⁶ En una gran parte de las sierras del sur de México hay evidencias de un incremento en el pastoreo de cabras en respuesta a la escasez de mano de obra, en un contexto donde se han deteriorado las instituciones encargadas del manejo de los recursos de tierras comunes (García Barrios y García Barrios, 1990).

¹⁵⁷ Gordillo *et al.* (1995, Cuadro 74) proporcionan datos e indicadores (pastoreo en tierras comunales) en este proceso.

¹⁵⁸ Comunicación personal, Ricardo Díaz Cruz, *Programa de Jornaleros Agrícolas* (Sedesol), 6 de marzo de 1997.

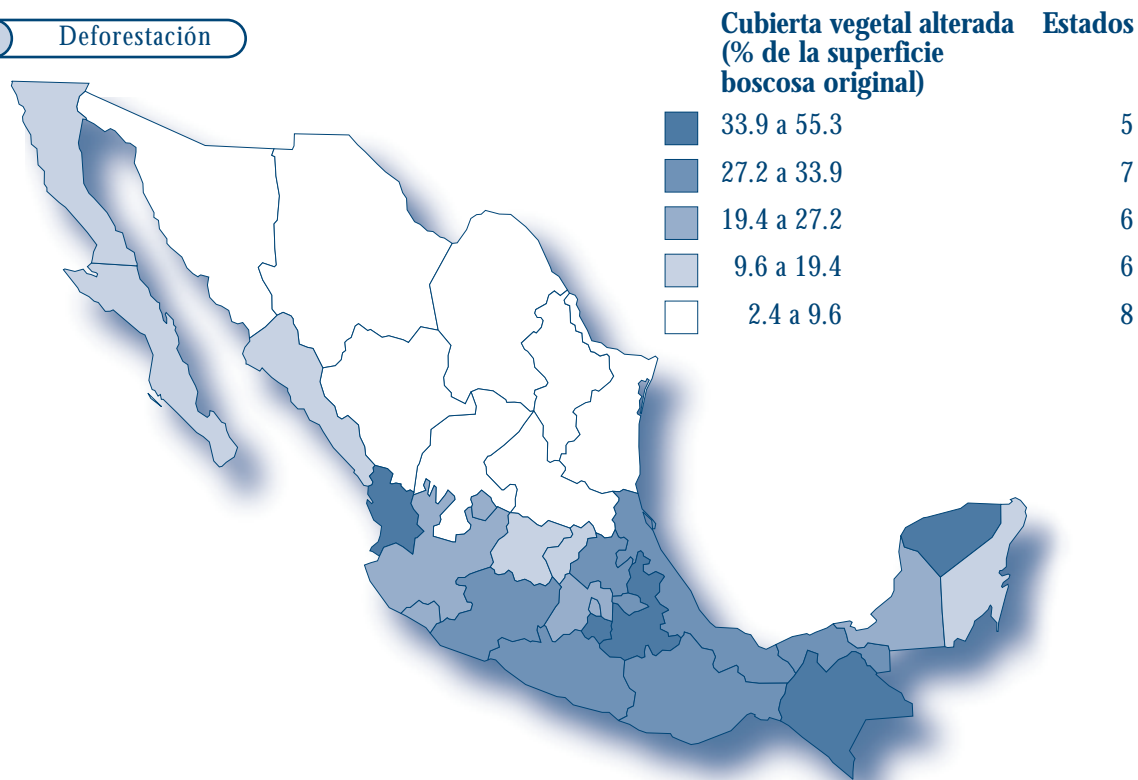
¹⁵⁹ Por ejemplo, en 1996 la producción hortícola en los estados del norte sufrió los efectos de la sequía. Se pospusieron las necesidades de mano de obra migrante, y en algunos casos se redujeron significativamente.

¹⁶⁰ Campeche, Colima, Distrito Federal, Jalisco, México, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán.

	(a) Superficie boscosa total	(b) Superficie alterada total	(b) / (a)
Aguascalientes	189,562	43,190	22.78
Baja California	6,276,732	828,992	13.21
Baja California Sur	6,098,593	795,663	13.05
Campeche	4,661,783	1,196,728	25.67
Coahuila	13,468,254	745,794	5.54
Colima	315,659	66,048	20.92
Chiapas	5,148,104	1,801,522	34.99
Chihuahua	17,527,831	768,527	4.38
Distrito Federal	65,816	12,779	19.42
Durango	9,128,901	872,094	9.55
Guanajuato	1,039,454	127,579	12.27
Guerrero	5,281,116	1,719,541	32.56
Hidalgo	1,072,997	291,890	27.20
Jalisco	4,838,620	1,285,093	26.56
México	894,613	225,974	25.26
Michoacán	4,206,451	1,355,878	32.23
Morelos	197,805	109,317	55.27
Nayarit	1,993,946	678,385	34.02
Nuevo León	5,196,346	128,820	2.48
Oaxaca	7,059,653	1,924,442	27.26
Puebla	1,698,722	627,722	36.95
Querétaro	737,821	111,550	15.12
Quintana Roo	4,732,325	888,219	18.77
San Luis Potosí	4,702,497	342,470	7.28
Sinaloa	3,722,037	654,987	17.60
Sonora	14,581,946	924,946	6.34
Tabasco	1,209,446	410,001	33.90
Tamaulipas	5,221,225	398,239	7.63
Tlaxcala	85,376	28,578	33.47
Veracruz	2,953,130	975,752	33.04
Yucatán	2,980,801	1,567,075	52.57
Zacatecas	4,457,607	327,679	7.35
Total nacional	80,214,486	12,137,292	15.13

Fuente: Semarnap, Inventario forestal periódico 1994.

Gráfica 16 Deforestación



Fuente: Semarnap, Inventario forestal periódico 1994.

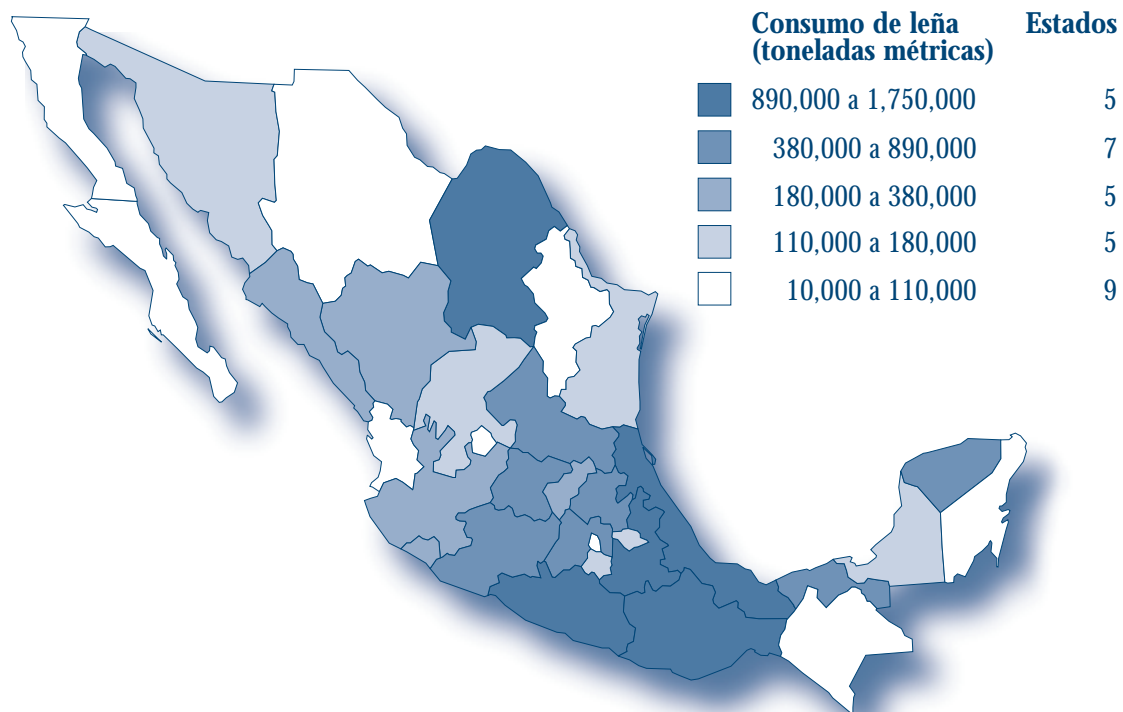
Además, muchos de estos estados productores de maíz, donde la superficie cultivada incrementada coexiste con una reducción o mejora marginal en los rendimientos, experimentan más consumo de leña (véase Gráfica 17). Tal es el caso en Veracruz, Oaxaca y San Luis Potosí, donde las tasas de consumo de leña exceden el promedio nacional. Los datos en la Gráfica 16 (y el Cuadro 45) indican que los mayores índices de consumo de leña tienden a coincidir con las regiones maiceras donde las parcelas son menores, la pobreza es generalizada y prevalece la producción para autoconsumo. La pobreza y el consumo de leña y otras biomásas para satisfacer las necesidades de energía están estrechamente correlacionadas.

Un mayor consumo de leña puede acelerar los índices de deforestación y, por ende, de erosión. La leña ya es el rubro más importante en el consumo de madera y biomásas relacionadas. Entre 1989 y 1991 su consumo total fue de 15.5 millones de metros cúbicos, de los cuales 7.9 millones corresponden a la producción maderera industrial y 2.5 millones a la madera aserrada (World Resources Institute, 1994).

La dinámica de mercado del consumo de leña es también importante. El consumo de leña para cocinar y calefacción depende de los precios de las fuentes de energía alternativas, sobre todo gas natural y petróleo. Para los hogares de bajos ingresos, una alza en los precios del gas o el petróleo repercute en una mayor presión sobre los recursos que proporcionan leña, como bosques, matorrales y otras biomásas. Generalmente, las poblaciones que recogen leña no reforestan.¹⁶¹

Si los precios del maíz son bajos, los hogares pobres que lo producen para autoconsumo tendrán que depender en mayor medida de la leña si pueden recolectarla directamente. Estos productores deben depender de flujos monetarios aun cuando, al final, su balance general de maíz pudiera equilibrarse. Para estos productores aumenta la presión para depender de la leña conforme caen los precios del maíz, lo que puede contribuir a una pérdida de la cubierta vegetal y a una mayor presión sobre los suelos.

¹⁶¹ La experiencia en ciudades pequeñas y medianas de la India demuestra que cuando el desempleo rural es severo, hombres y mujeres se ven con frecuencia tentados a recolectar leña para venderla en las zonas urbanas (Bowonder, Prasad y Unni, 1988). Estas tendencias se agravarán al incrementarse el precio de la leña.



Fuente: XI Censo de Población, INEGI, 1990.

Estado	Toneladas métricas por año
Veracruz	1,740,095
Coahuila	1,506,630
Oaxaca	1,451,021
Puebla	1,224,161
Guerrero	978,687
México	886,347
Michoacán	745,722
Hidalgo	608,381
San Luis Potosí	597,618
Guanajuato	571,946
Yucatán	406,576
Tabasco	380,190
Jalisco	338,367
Colima	231,814
Sinaloa	224,834
Querétaro	209,380
Durango	197,819
Zacatecas	175,136
Tamaulipas	169,317
Campeche	133,855
Tlaxcala	129,228
Sonora	117,540
Morelos	112,752
Nuevo León	108,816
Quintana Roo	108,074
Nayarit	82,582
Chiapas	67,088
Chihuahua	29,526
Aguascalientes	28,444
Distrito Federal	28,111
Baja California	16,898
Baja California Sur	19,450
Total nacional	13,626,405

Fuente: XI Censo de Población, INEGI, 1990.

Por consiguiente, en México la erosión es un asunto anterior al TLC. Sin embargo, a medida que evoluciona, el sector agrícola no necesariamente está deteniendo estas tendencias. En efecto, si los procesos de producción se hacen cada vez más especializados, orientándose hacia el monocultivo como mecanismo para aumentar la competencia, podrían exacerbarse la erosión y la degradación de los suelos. Por otra parte, un mayor aprovechamiento de los métodos para conservar el suelo podría revertir estas tendencias. De igual forma, la importancia de las comunidades como guardianas de las tierras podría ser crucial.

B. Agua

La disponibilidad y uso del agua es uno de los aspectos más importantes de la gestión de recursos en México. Ya hay de por sí una considerable tensión sobre los recursos disponibles debido al uso inmoderado y al agotamiento de los mantos acuíferos existentes, así como a la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y los mantos. Las decisiones de producción en favor de cultivos más intensivos en agua y en insumos sintéticos que podrían acumularse en los mantos y las aguas superficiales, significarán una presión extra sobre este recurso. Para prevenirlo debería alentarse el empleo de técnicas de administración adecuadas e instrumentos políticos.

Las cuestiones relacionadas con el agua son muy importantes para examinar el impacto de la sustitución de cultivos y una posible orientación hacia la horticultura. También son cruciales para comprender la evolución futura del sector maicero, porque el desarrollo de la irrigación significaría la entrada de la agricultura mexicana en una competitividad creciente. La significativa proporción de los productores de maíz en México que operan en condiciones de temporal demuestra un claro potencial que podría desarrollarse mediante el riego. La irrigación es una importante vía para la introducción del cambio técnico y la diversificación en la agricultura mexicana.

Las inversiones en infraestructura para irrigación en México prácticamente cesaron a principios de los años ochenta. Entre los problemas ambientales y de gestión de recursos más graves se encuentran la sobreexplotación de los mantos, la acumulación de niveles de salinidad y la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Entre 1945 y 1975 la superficie de riego total aumentó de 1.1 millón de ha a 4.8 millones. Pero entre 1975 y 1990 esa superficie se incrementó únicamente en 570,000 ha adicionales. Entre 1985 y 1990 sólo 80,000 ha se incorporaron a los sistemas de riego. Y entre 1990 y 1994 se irrigaron otras 90,000 ha. La inversión pública en infraestructura para riego en la agricultura se detuvo entre 1988 y 1997, cuando la agricultura mexicana afrontaba una mayor competencia del exterior. El desarrollo de una infraestructura de irrigación es vital para el sector moderno, así como para los productores intermedios (privados y ejidatarios) que tienen el potencial para aumentar los rendimientos.

El desarrollo de una infraestructura para riego debería ir de la mano con sistemas adecuados para eliminar o minimizar las ineficiencias y el desperdicio en la administración del agua. Actualmente, cerca de 70 mil millones de metros cúbicos de agua son extraídos de cuerpos de aguas superficiales y subterráneos para irrigar 5.4 millones de ha. Esto significa que, en promedio, se utilizan 12,800 metros cúbicos de agua por hectárea. En condiciones similares de evapotranspiración y con cultivos idénticos, se calcula que podrían obtenerse los mismos rendimientos con apenas 6,500 metros cúbicos. Esto significa la presencia de altos niveles de desperdicio en el sistema de distribución (red de canales) o en los campos de producción.

La Comisión Nacional del Agua estima que el nivel de desperdicio en los grandes proyectos de irrigación en el noroeste de México varía entre 66 y 76 por ciento. En cada etapa de la distribución se registran las siguientes pérdidas promedio: 40 por ciento en la red de distribución principal, 12 por ciento en la red secundaria (transporte de agua a cada parcela) y entre 14 y 24 por ciento en las unidades de producción (donde a veces se utilizan sistemas muy rudimentarios para desviar las aguas a las zonas de riego). Por consiguiente, el nivel de eficiencia es extremadamente bajo, ya que asciende a entre 24 y 34 por ciento. Los índices de desperdicio son mayores en la irrigación por gravedad (canales). La rentabilidad de la producción de maíz en tierras de riego es muy variable. Dentro del grupo de los seis cultivos básicos (maíz, trigo, arroz, sorgo, frijol y soya), el 31 por ciento de la superficie cultivada no era rentable. En el caso de tierras irrigadas con agua de acuíferos subterráneos, este porcentaje se elevó a casi 50 puntos (FAO, 1995).

La mayoría de los depósitos de agua no tienen revestimientos para impedir la filtración ni son tratados para minimizar la evaporación. La irrigación por goteo sigue siendo una técnica excepcional instrumentada por una muy pequeña minoría de productores. El manejo del agua es un aspecto fundamental del desarrollo sustentable en México.

C. Aire

Gran parte de la modernización que se iniciará en el sector agrícola dependerá en buena medida de los plaguicidas y fertilizantes que se destinen a obtener adecuados niveles de productividad y normas de calidad. Desatender esto podría provocar la acumulación de residuos agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) y efectos negativos en la salud de los trabajadores. Un indicio de las tendencias probables aparece en los datos del Cuadro 46. En particular, los tres estados más importantes en términos de intoxicaciones por plaguicidas son los tres principales estados productores de maíz de México. El centro y norte de Jalisco y la zona sur de Nayarit son regiones donde la modernización de la producción de maíz está procediendo aceleradamente. No sólo es ahí importante la agricultura por contrato (ventas a futuro), sino que el uso del paquete tecnológico moderno (incluidas tecnología de láser, producción computarizada y, desde luego, uso intensivo en plaguicidas) es fundamental en este proceso. A pesar de la modernización de las actividades de producción, la aplicación de plaguicidas es una importante fuente de intoxicaciones individuales.

Bajo el comercio liberalizado, el sector maicero moderno seguirá utilizando el paquete tecnológico intensivo en insumos. La dependencia respecto de los plaguicidas es un elemento crucial en esto. Aunque los precios de los plaguicidas fueron desregulados (y por consiguiente no están subsidiados), el sector moderno seguirá utilizando estos insumos. No es seguro que los productores modernos pudieran aumentar la eficiencia con que se aplican los plaguicidas, como resultado de precios más elevados. Por otra parte, reducir los riesgos de los trabajadores que aplican plaguicidas implica la adquisición de guantes, máscaras, botas y vestimenta de protección (para rociadores manuales). No es claro hasta qué grado estos costos adicionales pesarán sobre las consideraciones microeconómicas generales de los productores de maíz modernos. Además, la reestructuración considerada para la agricultura en México de conformidad con el TLC implica la producción de bienes orientados hacia mercados donde se exige la producción “inmaculada”. Esto involucra métodos de producción de insumos intensivos.

Sería útil un indicador para vigilar el uso de plaguicidas y la exposición a ellos en todos los estados. Esto permitiría determinar la función que desempeñan los plaguicidas y otros compuestos químicos en el proceso de modernización, y su relación con la calidad del aire.

Cuadro 46 Casos de intoxicación por exposición a plaguicidas

Estado	1995 ^a	%	1996	%	1997 ^b	%
Aguascalientes	2	0.07	21	0.44	5	0.2
Baja California	49	1.81	65	1.37	31	1.2
Baja California Sur	57	2.10	23	0.49	15	0.6
Campeche	34	1.26	28	0.59	13	0.5
Coahuila	0	0.00	84	1.77	93	3.5
Colima	37	1.37	71	1.50	45	1.7
Chiapas	58	2.14	189	3.99	106	4.0
Chihuahua	40	1.48	35	0.74	64	2.4
Distrito Federal	4	0.15	7	0.15	6	0.2
Durango	26	0.96	131	2.76	64	2.4
Guanajuato	135	4.98	70	1.48	41	1.5
Guerrero	164	6.05	188	3.96	140	5.2
Hidalgo	26	0.96	41	0.86	14	0.5
Jalisco	258	9.52	947	19.97	482	18.0
México	128	4.72	97	2.05	70	2.6
Michoacán	177	6.53	388	8.18	83	3.1
Morelos	155	5.72	371	7.82	214	8.0
Nayarit	517	19.08	860	18.14	431	16.1
Nuevo León	4	0.15	14	0.30	22	0.8
Oaxaca	59	2.18	54	1.14	34	1.3
Puebla	65	2.40	132	2.78	40	1.5
Querétaro	52	1.92	62	1.31	26	1.0
Quintana Roo	15	0.55	39	0.82	34	1.3
San Luis Potosí	45	1.66	45	0.95	22	0.8
Sinaloa	70	2.58	265	5.59	177	6.6
Sonora	59	2.18	28	0.59	14	0.5
Tabasco	187	6.90	63	1.33	33	1.2
Tamaulipas	103	3.80	180	3.80	74	2.8
Tlaxcala	11	0.41	61	1.29	12	0.4
Veracruz	84	3.10	135	2.85	234	8.8
Yucatán	9	0.33	19	0.40	20	0.7
Zacatecas	79	2.92	29	0.61	12	0.4
Total	2,709	100.00	4,742	100.00	2,671	100.00

^a Junio-diciembre.

^b Enero-mayo.

Fuente: Compilación del autor utilizando datos de Epidemiología, boletín de la Secretaría de Salud, vols. XIX-XXVIII.

D. Biota

Puesto que los campesinos mexicanos dependen en gran medida de su amplia variedad de maíces criollos, y dado que México sigue siendo el centro de la diversidad de variedades del maíz, es importante examinar los procesos mediante los cuales los cambios en las estrategias y condiciones económicas podrían influir en la erosión genética.

Algunas políticas gubernamentales para apoyar el ajuste al TLC (como la Alianza para el Campo), que promueven la adopción de VPA mejoradas e híbridos, podrían ya estar arraigadas en algunas regiones, desplazando a los maíces criollos locales.¹⁶² Por ejemplo, la política *kilo por kilo* del programa Alianza para el Campo proporciona semillas Pronase (más baratas que los híbridos ofrecidos por Pioneer y otras grandes empresas). Sin embargo, es demasiado prematuro para juzgar el impacto neto, puesto que estos productores bien podrían regresar al uso de maíces criollos tradicionales una vez terminado el programa.¹⁶³ Una segunda política que se ha instrumentado y extendido rápidamente en el campo es el programa “cesión de derechos”, mediante el cual los productores con

¹⁶² Comunicación personal, J. MacMillan y Pedro Aquino (Cimmyt).

¹⁶³ El análisis de la experiencia en la depresión central de Chiapas es buen ejemplo de cómo se introdujeron aquí híbridos desarrollados específicamente para otras zonas en México. Tras unos años, los productores dejaron de depender exclusivamente de estas semillas, y volvieron a sus maíces criollos tradicionales. La recombinación de estas generaciones avanzadas de variedades mejoradas e híbridos con semillas locales en realidad enriqueció las variedades en algunas regiones (véase Ortega Paczka, 1973). Sin embargo, posteriormente, la reintroducción de híbridos causó erosión genética (al instrumentarse los programas de investigación orientados a las necesidades de esta región).

derecho a un pago del Procampo¹⁶⁴ autorizan a este último la emisión de cheques directamente a nombre de las empresas semilleras, para la adquisición de híbridos. Esto es parte de un sistema llamado “agricultura por contrato”, donde los productores quedan vinculados a proveedores de tecnología e insumos intermedios mediante una serie de contratos que cubren la adquisición de cultivos.

Los métodos de producción y las estrategias de modernización que incluyen decisiones sobre el uso de la tierra también tendrán implicaciones importantes para la diversidad genética del maíz, incluida la posible pérdida de maíces criollos y especies silvestres emparentadas. La difusión en gran escala de híbridos y variedades mejoradas, así como la reducción asociada de superficies cultivadas con maíces criollos locales, pueden ejercer un importante impacto sobre la diversidad genética. Este proceso de modernización depende estrechamente de la consolidación de las variedades que se utilizan, la cual ocasiona el desplazamiento de otras variedades y especies silvestres de maíz como el teosinte. En los lugares donde los productores aumentan los rendimientos en el sector moderno, los maíces criollos locales podrían verse amenazados. Un estudio demuestra que la modernización mediante la adopción de tecnología moderna ocurre en regiones particulares como el norte de Guanajuato, Jalisco y Nayarit, donde el uso de híbridos y variedades mejoradas ya era común, y donde no dependían de maíces criollos.¹⁶⁵ Por consiguiente, un importante indicador para el seguimiento continuo es la introducción de híbridos en zonas que tradicionalmente dependían de los maíces criollos.

Otra amenaza para los maíces criollos y las especies silvestres asociadas proviene de las biotecnologías modernas. Un elemento esencial de la modernización del sector maicero posiblemente será el mayor uso de cultivos transgénéticos. Estos cultivos son desarrollados mediante la ingeniería genética. El uso generalizado de estas semillas podría intensificar de dos formas la erosión genética. La primera sería por la presión para sustituir los maíces criollos con nuevos cultivos transgénéticos, cuando la industria biotecnológica agrícola intensificara sus operaciones comerciales.¹⁶⁶ La segunda posibilidad es que el material transgénico mismo podría ser transferido a las especies silvestres del cultivo.¹⁶⁷

¹⁶⁴ 556 nuevos pesos por hectárea.

¹⁶⁵ MacMillan y Aquino, 1996.

¹⁶⁶ En algunas regiones donde las variedades mejoradas funcionaron mejor que los maíces criollos locales, el desplazamiento de los maíces criollos ya estaba ocurriendo, en algunos casos como resultado de la sustitución de cultivos. La difusión del maíz transgénico podría hacer que este proceso pasara a una nueva etapa si estas nuevas plantas son capaces de tolerar las presiones que hasta ahora impidieron una mayor difusión de los híbridos. Las diferencias entre los híbridos y las variedades mejoradas de polinización abierta, por una parte, y los cultivos hechos con bioingeniería, por otra, son tales que es posible concebir que habría una etapa ulterior de erosión genética a partir de la ampliación de las superficies cultivadas con semillas creadas por la bioingeniería. Rissler y Mellon demuestran convincentemente que la aprobación de cultivos transgénéticos en Estados Unidos no significará un sello de seguridad global para estos cultivos. El ejemplo más interesante analizado por estos autores es el caso del maíz transgénico, que afecta a las especies silvestres del grano (en especial al teosinte). Bajo los actuales procedimientos reglamentarios instrumentados en Estados Unidos, se revisarían las solicitudes para la aprobación de maíz transgénico con base en dos riesgos ambientales de importancia crítica (Rissler y Mellon, 1996, 117-8): el estado herboso de la planta misma del maíz, y el impacto que ejercería el material genético implantado sobre las especies silvestres de la planta. Estos dos posibles riesgos son poco probables en el maíz cultivado en Estados Unidos. Dado que el maíz no puede sobrevivir sin la intervención humana, las nuevas variedades no podrían sobrevivir por cuenta propia y se convertirían en hierbas. Y dado que existen muy pocas especies silvestres de maíz que crecen dentro de Estados Unidos, hay poca o ninguna posibilidad de que ocurra un flujo de genes. Por consiguiente, si no hay otros peligros, estas plantas de maíz transgénico serán autorizadas y sus semillas vendidas en el mercado internacional. En México, particularmente en un mercado desregulado de semillas mejoradas, las nuevas plantas de maíz transgénico serán introducidas por muchos granjeros. La difusión de estos cultivos transgénéticos podría suceder a un ritmo más rápido como resultado de una mayor presión para modernizar partes del sector maicero. Dado que el teosinte y el maíz pueden intercambiar material genético, el polen de la semilla con ingeniería fluiría hacia las poblaciones de teosinte y podría producir efectos negativos. Si algunas subpoblaciones de teosinte se hacen más resistentes a las plagas, adquirirán una ventaja sobre otras subpoblaciones, expulsándolas de sus ecosistemas de por sí pequeños y produciendo erosión genética en las especies emparentadas con el maíz. En otros casos, la transferencia de genes podría conducir directamente a la extinción de subpoblaciones de teosinte o asegurar la depresión alogámica (una reducción de los atributos generales de un organismo luego de la hibridación; véase Ortega Paczka, 1977), y las escasas especies silvestres se harían parcialmente estériles al combinarse con el cultivo común (transgénico). En otros casos, la extinción de las especies silvestres raras conforme van perdiendo contenido genético cuando son asimiladas por el cultivo común (transgénico), en varios ciclos de hibridación e introgresión. En todos estos casos, la abundancia relativa de los genotipos comunes da como resultado la extinción de las especies raras (Arthur, 1994). Por esto Berthaud y Sabidan (1994, 48-49) hacen notar que liberar el maíz transformado genéticamente hará crucial el encontrar respuestas adecuadas a las preguntas sobre los flujos genéticos del maíz y el teosinte.

Una descripción del sistema reglamentario en Estados Unidos es presentado y analizado en el recuento de Rissler y Mellon. Una conclusión es que hay poco margen para proteger a las especies silvestres de maíz de los riesgos que representa el maíz desarrollado con bioingeniería. Un estudio que ellos citan recomienda que se prohíba el maíz desarrollado con bioingeniería en las zonas donde las especies silvestres coexisten con el maíz transgénico. Otra posibilidad podría ser que México estableciera un sistema reglamentario que permita seleccionar los cultivos transgénéticos en su propio medio ambiente. Esto exigiría reforzar la capacidad reglamentaria. Para detalles adicionales, véase Serrano, Willcox y Castillo, 1995.

¹⁶⁷ Los genes transferidos a una planta desde otro organismo no necesariamente permanecen estáticos. En los lugares donde los cultivos crecen cerca de especies silvestres emparentadas, y donde tiene lugar la polinización al aire libre, el material genético puede pasar a estas otras plantas y marcar sus características básicas. Estos flujos dependen de las barreras físicas que separan las plantas, de la dotación y la compatibilidad de los cromosomas, así como los periodos de floración (Ortega Paczka, 1997). Si, por ejemplo, una planta transgénica de maíz tiene la capacidad de resistir las sequías y este material es transferido a especies silvestres emparentadas, la subpoblación de estas últimas adquirirá tal característica. En su propio hábitat, estas nuevas variedades vegetales tendrán la capacidad de competir ventajosamente con otras subpoblaciones de la misma variedad, o incluso con otras plantas, debido a los genes recién adquiridos. En estos casos contribuirán a la erosión genética desplazando a las variedades silvestres raras que existen en número reducido. Las conclusiones del estudio de Rissler y Mellon están apoyadas por artículos sobre los flujos genéticos entre maíces criollos, variedades mejoradas de maíz (incluido el maíz transgénico) y el teosinte. Véase Serratos, Wilcox y Castillo (1995) y Ortega Paczka (1997).

Los tipos de semillas transgénicas que se crean serán importantes. Muchas actividades contemporáneas en la ingeniería genética y en el desarrollo de híbridos y variedades mejoradas están orientadas a hacer que las plantas sean más resistentes a plaguicidas y herbicidas, no tanto a las plagas. Estas plantas, por consiguiente, están diseñadas para sobrevivir en el medio ambiente saturado de plaguicidas de la agricultura moderna intensiva en capital e insumos. Las actuales tendencias parecen indicar que la agricultura basada en las plantas desarrolladas con bioingeniería seguirá requiriendo del uso intensivo de insumos agroquímicos. Asimismo, la liberación de organismos nativos producidos con ingeniería genética puede causar la hibridación y el desarrollo de nuevas razas de plantas, hierbas incluidas (véase Rissler y Mellon, 1996).¹⁶⁸

Las nuevas biotecnologías seguramente ejercerán un impacto importante sobre la producción de maíz.¹⁶⁹ En la actualidad, sigue habiendo varios obstáculos para la adopción de las biotecnologías. Las limitaciones se relacionan con la pequeña fracción de genes que han sido identificados y aislados, en virtud de que las características que parecen deseables para los ingenieros genéticos dependen de una gran cantidad de genes.¹⁷⁰ Sin embargo, las aplicaciones comerciales de los cultivos desarrollados con bioingeniería están siendo autorizadas. Se espera que el ritmo de crecimiento de las plantas transgénicas comercializadas se expandirá rápidamente en los próximos años (Rissler y Mellon, 1996). Por consiguiente, sería útil contar con un indicador para vigilar la difusión y características del maíz desarrollado con bioingeniería, a fin de determinar su papel en el proceso de modernización.

Los impactos ambientales de los cambios en el uso de la tierra son importantes en términos de los efectos ejercidos sobre los suelos. El cultivo intensivo de unas cuantas especies de importancia económica podría ser la causa de una reducción aún mayor en la biodiversidad. Al igual que en el caso de las modernas plantas de cultivo, en las plantaciones forestales de especies comerciales la distribución de las poblaciones silvestres se ve sustituida por poblaciones cuyas frecuencias genéticas han sido manipuladas para satisfacer ciertos requisitos y, como resultado, la variación genética queda reducida drásticamente (National Research Council, 1991). En algunos casos, las especies seleccionadas para estas plantaciones son el resultado de la hibridación natural, en donde el material genético recombinante dio a luz nuevas especies o variedades con mejores características de adaptación que las de sus antecesores directos. Los silvicultores tienden a maximizar la adaptación de las nuevas poblaciones a las condiciones de la plantación a gran escala mediante la selección intensiva de ciertas características, con frecuencia a expensas de la flexibilidad genética y el potencial para un futuro cambio adaptativo. Este aspecto negativo de las plantaciones podría ser contrarrestado por estrategias de cultivo de poblaciones múltiples.¹⁷¹

En la medida en que la producción tradicional continúa e incluso se expande, la diversidad genética podría quedar protegida. Los productores tradicionales se convierten en los cuidadores o fiduciarios de las existencias de recursos genéticos, que son la base de su estrategia de sobrevivencia. Un reciente estudio indica que la penetración de la industria semillera en las regiones más tradicionales no procede con la rapidez que algunos suponían, y que el sector tradicional se concentrará en la producción doméstica, protegiendo de este modo los maíces criollos (véase MacMillan y Aquino, 1996). Desde 1997 la introducción de los híbridos para la producción de maíz aún no se ha extendido en una práctica común en el ámbito nacional. Sólo hay unos cuantos estados en México donde el uso de híbridos en la producción del maíz excede el 52 por ciento (véase Gráfica 2).¹⁷²

¹⁶⁸ El sistema de selección de plantas transgénicas mediante pruebas de campo no será suficiente para identificar estos riesgos una vez aprobada su aplicación a escala comercial. "El solo hecho de que el organismo original sea una especie nativa no significa que quedará a salvo luego de aplicarse ingeniería genética. Añadir o eliminar un gene de una especie nativa puede alterar significativamente su ecología, incluyendo el potencial de una mayor patogenicidad" (Paoletti y Pimentel, 1996, 670). Además, la aprobación de plantas transgénicas para uso comercial en un país no necesariamente significa que su empleo quedará confinado a ese país en particular. El maíz transgénico ya aprobado en Estados Unidos será utilizado en el sector maicero de México (muy probablemente en el sector moderno).

¹⁶⁹ Las nuevas biotecnologías aplicadas al maíz incluyen lo siguiente: transformación genética mediante transferencia directa de ADN (por microinyección, electroporación, bombardeo de semillas con proyectiles recubiertos de ADN, o biobalística, transferencia de ADN mediada por agrobacterias), cultivos de células y tejidos, marcadores genéticos moleculares, aumento de la fotosíntesis (para aumentar el porcentaje de los rendimientos en la biomasa total), reguladores del crecimiento de la planta, e incremento de la fijación del nitrógeno. Esto último requiere de las acciones combinadas de genes en plantas y en las bacterias asociadas.

¹⁷⁰ Igualmente, la transferencia de estos genes de un organismo a otro se enfrentará con limitaciones, puesto que las funciones del organismo recipiente pueden ser perturbadas por los genes entrantes.

¹⁷¹ En el caso del eucalipto (así como de otras especies que crecen en el límite de la vegetación arbórea en diferentes partes del mundo), las características específicas varían de las disposiciones de la cera epicuticular en las hojas, a las ectomicorrizas en las raíces del árbol, que funcionan como una extensión del sistema de raíces (Ravell *et al.*, 1992). Además, la introducción de plantaciones de especies endémicas en distintos entornos, tales como el eucalipto, puede tener graves consecuencias para la biota circundante (Ezcurra, 1997) porque el eucalipto secreta toxinas que matan los insectos que no están adaptados a ellas, además de contar con una capacidad muy eficiente para buscar y utilizar agua en el subsuelo. La expansión de las grandes plantaciones comerciales con estas especies podría tener graves implicaciones ambientales.

¹⁷² Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Jalisco, Morelos, Sonora y Sinaloa.

La Gráfica 2 indica que los estados en donde la penetración de híbridos ha sido lenta son aquellos en los que predomina la producción de maíz en tierras altas, donde los suelos son con frecuencia pobres y prevalecen varios riesgos. Además, los estados donde los híbridos no han conquistado una fuerte posición en la producción del maíz son aquellos donde están concentradas la mayoría de las unidades productoras de maíz, y donde opera una mayor proporción de productores pobres (pobres en términos tanto de ingreso como de recursos de tierras). Por consiguiente, el uso de híbridos y variedades mejoradas de semillas es mixto en el sector tradicional. La adopción de híbridos seguirá afrontando los mismos obstáculos técnicos que en el pasado. Los maíces criollos tienen un mejor desempeño en suelos más pobres y con cierta tensión ambiental. Sin embargo, hay pruebas en la región de Tierra Caliente en Michoacán que indican que los productores tradicionales de subsistencia bajo presiones severas podrían recurrir a variedades mejoradas en respuesta a las políticas oficiales.¹⁷³ El banco de desarrollo rural, Banrural, cumplió una función instrumental en la introducción de muchas variedades mejoradas.

Las características de la organización social también influyen en la diversidad genética. Las redes de relaciones sociales basadas en vínculos consanguíneos o rituales, linaje, familias extendidas, reciprocidad y otras formas de asociación en las comunidades tradicionales también pueden hacer aportaciones importantes a la diversidad genética. Estas relaciones dan el cimiento institucional a la producción por medio del uso de ciertos tipos de variedades de maíz, ya sea por la naturaleza del trabajo colectivo que implica dicho uso,¹⁷⁴ o por los grupos de apoyo seguro que se derivan de la producción en colaboración con los vecinos, en diversas etapas del proceso productivo. Esto es particularmente cierto en casos de una gran dispersión de parcelas que son propiedad de hogares individuales.

La diversidad genética también se relaciona con la presencia de distintos grupos indígenas, para los cuales el cultivo del maíz no sólo es un medio para asegurar su subsistencia física, sino también parte de un proceso religioso y social más profundo.¹⁷⁵ Un aspecto poco comprendido de esta interacción entre la organización social y la diversidad genética del maíz es el papel que desempeña el lenguaje en la conservación del conocimiento tradicional acerca de las semillas de maíz.¹⁷⁶

La migración y la regresión tecnológica afectarán la capacidad de las comunidades para conservar la diversidad genética.¹⁷⁷ El fenómeno asociado en este caso es la pérdida de tecnologías tradicionales, que constituyen la base de la conservación in situ de los recursos genéticos. Esta pérdida puede ocurrir por el abandono de prácticas de cultivo y la erosión gradual de las instituciones sociales requeridas para mantener estas tecnologías.¹⁷⁸

La población de campesinos en las regiones productoras de maíz de México donde predominan los maíces criollos no estará en posibilidades de continuar con la conservación in situ bajo condiciones de dificultades económicas. El deterioro en las capacidades tecnológicas de estos productores limitará su capacidad para conservar y desarrollar recursos genéticos a mediano y largo plazos. Cada año, en el ciclo primavera-verano y, en menor medida, en el ciclo otoño-invierno, aproximadamente de 1.5 a 2 millones de campesinos mexicanos seleccionan las semillas que se utilizarán en el siguiente ciclo. Esto exige conocimientos especiales sobre semillas y condiciones agroecológicas. Este conocimiento no tiene equivalente en los programas formales e institucionales de conservación de semillas. No todo miembro de la familia de un campesino o en la comunidad posee los conocimientos sobre las relaciones entre las semillas y los agroecosistemas. La información ha sido gradualmente transferida de una generación a la otra. Cuando esta cadena se rompa, ya sea porque la producción de maíz pierde terreno o porque es aban-

¹⁷³ Comunicación personal, Víctor Suárez, ANEC.

¹⁷⁴ Éste es el caso del cultivo de cajete en la mixteca de Oaxaca.

¹⁷⁵ Esta relación entre la variación cultural y la variabilidad genética fue estudiada por Ortega Paczka (1973) y Hernández Xolocotzi (1985).

¹⁷⁶ Una muestra de esta fuerte interacción aparece en el lenguaje mixte que identifica una mayor y más rica cantidad de etapas de desarrollo de la planta (como germinación, floración, desarrollo de las hojas y la aparición del color negro en la base de las mazorcas) que la existente en la literatura científica convencional (Ortega Paczka, 1997). Otra muestra de la importancia de la lengua vernácula para conservar y transmitir estos recursos genéticos de una generación a la otra es el caso de las poblaciones totonacas (en los estados de Puebla y Veracruz), descrito por Cuevas Sánchez (1991). En muchos casos, la variabilidad de las plantas está identificada únicamente en el totonaca vernáculo, y la influencia de la escolaridad formal estaba correlacionada negativamente con esa capacidad de identificación.

¹⁷⁷ Hay muchos ejemplos de este proceso. En la mixteca oaxaqueña el sistema de cajete está siendo abandonado, y con él, el uso de ciertos cultivos locales (Ortega Paczka, 1997; García Barrios *et al.*, 1991). En el valle de Puebla, los productores abandonaron casi completamente un sistema tradicional basado en variedades locales capaces de germinar con humedad residual (sistema llamado "arope") de las escasas lluvias invernales (Ortega Paczka, 1997, 16). Las variedades con periodos de maduración muy prolongados, como la raza *tehua* en el valle Grijalba, en Chiapas, que tiene un periodo de cultivo de diez meses, están siendo abandonadas. Y las variedades con ritmos de maduración extremadamente breves que se utilizaban para cubrir las necesidades urgentes de elotes también están siendo abandonadas. En Yucatán, y en muchas otras regiones, procesos similares de erosión genética están vinculados con la gradual eliminación de prácticas de cultivos intercalados, que tenían efectos positivos adicionales sobre la conservación de los suelos.

¹⁷⁸ La erosión cultural está bien documentada en la literatura (véase, por ejemplo, García Barrios *et al.*, 1991).

donada, ese conocimiento se perderá. La conservación in situ o dinámica requiere de condiciones de vida adecuadas para los individuos responsables de ese servicio ambiental.

Por consiguiente, información crucial sobre las propiedades de las semillas, los criterios y procedimientos de selección, así como sobre los procesos de producción, puede perderse como resultado de la migración.¹⁷⁹ En general, la información y el conocimiento sobre la gestión de recursos se deteriorarán si ocurren migraciones significativas y sostenidas. En los lugares donde las estructuras demográficas quedan modificadas en un grado importante por el fallecimiento de los miembros ancianos de una comunidad y la migración de los miembros adultos, sobreviene una pérdida de información cuando se deja de transmitir la capacidad para identificar la variabilidad de cultivo.¹⁸⁰ Así, la diversidad social y cultural va de la mano con la diversidad genética. Si se pierde información sobre sistemas agroecológicos, a continuación podrían perderse recursos genéticos. Si las instituciones para la gestión colectiva de los recursos o el apoyo social para el trabajo cooperativo se ven gravemente desgastados, puede perderse esa información (Ortega Paczka, 1997) y quedar destruidas las instituciones sociales, que son la base de sistemas de producción muy diversificados que dependen de una amplia variedad de maíces criollos.

Las instituciones sociales que sostienen las alternativas tecnológicas en las que es importante la variabilidad genética actualmente se encuentran limitadas por la pobreza y el desempleo rural. El que los productores pobres dependan mucho de la diversidad genética del maíz no necesariamente implica que si siguen siendo pobres continuarán cuidando eficientemente la variabilidad genética. De hecho, con la pobreza se deteriora su capacidad de manejar los recursos productivos (incluidos los recursos genéticos). El consumo doméstico de estos recursos es normalmente una condición que acompaña a la pobreza, y frecuentemente está asociado con la migración. Estas condiciones no conducen a la conservación y desarrollo de los recursos genéticos.

La definición de erosión genética es de importancia crítica en este punto. En un sentido estricto, conservar genotipos en un banco de germoplasma implica que la información genética es guardada o conservada. Teóricamente puede utilizarse para enriquecer la reserva genética de nuevas variedades o híbridos. Sin embargo, una definición más general y rigurosa de la erosión genética debe incluir la pérdida de información sobre el uso de estas variedades de semillas, así como la erosión irreparable de la base social y tecnológica para la producción que utiliza las semillas en cuestión.¹⁸¹ Cuando se pierde esta información o desaparece la base institucional, entonces tiene lugar la erosión genética.¹⁸² Ésta produce esencialmente el mismo resultado que cuando los maíces criollos son desplazados por híbridos de alto rendimiento: se pierde la información asociada con los maíces criollos tradicionales.

La erosión genética se relaciona más con la pérdida de información sobre variabilidad genética que con la pérdida de genotipos específicos. Si desaparece una base social que cultiva ciertas especies de maíces criollos, también podría desaparecer la información sobre esos maíces criollos, a menos que haya una fuerte homología con otros grupos o localidades.¹⁸³ Los genotipos específicos que están estrechamente vinculados con ciertas características agroecológicas también dependen de ciertas prácticas y rutinas de trabajo y producción. Cuando la trama social que da vida a estas rutinas se ve destruida o degradada, la información sobre los vínculos específicos entre las semillas y el medio ambiente (como tipo de suelo, humedad, intensidad de plantas y fecha de siembra) finalmente se perderá, y ocurrirá la erosión genética.

¹⁷⁹ Donde los productores operan en parcelas muy dispersas sobre una cierta extensión de territorio, esta estrategia basada en la variabilidad genética implica sembrar variedades distintas en cada parcela, como forma de asegurarse contra factores que afectan negativamente la producción. Por consiguiente, los maíces criollos y los recursos genéticos son de importancia decisiva para las estrategias de los productores.

¹⁸⁰ Véase, por ejemplo, Cuevas Sánchez (1991).

¹⁸¹ Comunicación personal, Dr. S. Taba (Cimmyt) y Dr. Francisco Cárdenas (INIFAP), marzo de 1998.

¹⁸² Esto es comparable a lo que sucede cuando desaparecen culturas tribales y se pierde información relacionada con usos específicos de ciertas plantas. Transcurrieron miles de años para hacer posible un proceso creativo mediante el que se acumuló información extremadamente valiosa. Cuando se pierden las culturas y estilos de vida de estos pueblos indígenas, toda esta información es "olvidada" o se pierde irremediamente. Gran parte de esta información se transmite oralmente, o de manera informal en prácticas agrícolas y de otro tipo (como las relacionadas con la medicina o la diversión). Como no hay registros escritos de muchos de estos aspectos, la información se pierde cuando las instituciones sociales son destruidas o desgastadas.

¹⁸³ Ortega Paczka (1997) reporta esta pérdida de capacidades tecnológicas en varias instancias. La incapacidad de seleccionar y administrar recursos genéticos es posiblemente el síntoma inicial de este proceso. La incapacidad de seleccionar los nichos agroecológicos precisos para sembrar es el siguiente paso. También se relacionan con esta cuestión la incapacidad de escoger el momento oportuno en las diversas etapas y otras prácticas agrícolas. Una opinión muy importante es la de Hernández Xolocotzi en un estudio de 1971 (citado por Ortega Paczka, 1973, 33).

Bibliografía

- Alatorre, R. 1997. *Pesticides, Corn in Nafta*. (Informe especial de consultoría para el estudio sobre los efectos del TLC, de la CCA.) México, 30.
- Appendini, K. 1996. "Changing Agrarian Institutions: Interpreting the Contradictions", artículo presentado en el taller de investigaciones del Proyecto de Reformas al Ejido del Centro de Estudios México-EU de la Universidad de San Diego, California, EU.
- Aquino, P. 1996. "Mexico: Mixed Success in a Dual Sector Maize Economy", en M. Morris (ed.), *Maize Seed Industries in Developing Countries: Technical, Economic and Policy Issues*. Manuscrito inédito: 23.
- Argueta, A., M. A. Gallart, A. Embriz, L. Ruiz y L. Ulloa. 1992. "El crédito y el maíz en la meseta purépecha de Michoacán", en C. Hewitt de Alcántara (ed.), *Reestructuración económica y subsistencia rural: El maíz y la crisis de los ochenta*. México: El Colegio de México y Centro Tepoztlán, 291-311.
- Arthur, W. B. 1994. *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 201.
- Bailey, R. G. 1996. *Ecosystem Geography*. Nueva York y Berlín: Springer-Verlag: 204.
- Bardhan, P. 1989. *The Economic Theory of Agrarian Institutions*. Oxford: Clarendon Press, 408
- Beadle, G.W. 1977. "Teosinte and the Origin of Maize", en D. B. Walden (ed.), *Maize Breeding and Genetics*. Nueva York: John Wiley and Sons, 113-128.
- Benz, B. F. 1988. "In-situ Conservation of the Genus Zea in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve", en Cimmyt (1988), 59-69.
- Berthaud, J. y Y. Savidan. 1994. "Wild Relatives of Maize", in Taba (1994), 43-49.
- Berthaud, J., Y. Savidan, M. Barré y O. Leblanc. 1995. "Tripsacum: Diversity and Conservation", en Taba (ed.) (1995), 74-85.
- Bjarnason, M. (ed.). 1994. *The Subtropical, Mid-altitude, and Highland Maize Subprogram*. Informe especial del Programa sobre el Maíz. México, D.F. Cimmyt.
- Blaikie, P. 1985. *The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries*. Harlow, Essex: Longman Scientific and Technical, 182.
- Borgstrom, G. 1973. *World Food Resources*. Nueva York: Intext Educational Publishers, 260.
- Bowonder, B., S. S. R. Prasad y N. V. M. Unni. 1988. "Dynamics of Fuelwood Prices in India", *World Development*, 16 (10): 1217-1219.
- Brown, D. K. 1992. "The Impact of a North American Free Trade Area: Applied General Equilibrium Models", en Lustig *et al.* (1992), 26-57.
- Buchmann, S. L. y G. P. Nabhan. 1996. "The Pollination Crisis", *The Sciences* (julio-agosto), 22-27.
- Buckles, D. y O. Erenstein. 1996. "Intensifying Maize-Based Cropping Systems in the Sierra de Santa Marta, Veracruz", Grupo de Recursos Naturales, Artículo 96-07. México: Cimmyt, 54.
- Byerlee, D. y M. López-Pereira. 1994. "Technical Change in Maize Production: A Global Perspective." Documento de trabajo económico del Cimmyt, 94-2: 31.
- Cadena Íñiguez, P. 1995. *Del azadón a la labranza de conservación. La adopción de la labranza de conservación en dos comunidades de la Sierra Madre de Chiapas*. Tesis de maestría sobre desarrollo rural. Facultad de posgrado, Montecillo, México, 160.
- Calva, J. L. (ed.) 1993. *Alternativas para el campo mexicano*. University Program in Foods Programa Universitario de Alimentos-PUAL, UNAM. México, D.F.: Distribuciones Fontamara. Vol. I [250] y Vol. II.

- Cerda-Bolinches, A. 1994. "The Response of Abandoned Terraces to Simulated Rain", en Rickson, 1994: 44-55.
- Chevalier, J. M. y D. Buckles. 1995. *A Land Without Gods. Process Theory, Maldevelopment and the Mexican Nahuas*. Londres y Nueva Jersey, EU: Zed Books, 374.
- Cimmyt. 1988. *Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources*. Memorias del Taller Global de Germoplasma del Maíz. Cimmyt, México.
- Cimmyt 1994. *Cimmyt 1993/1994 World Maize Facts and Trends. Maize Seed Industries Revisited: Emerging Roles of the Public and Private Sectors*. México, D.F.: Cimmyt, 55.
- Cohen, Joel I., J. Trevor Williams, Donald L. Plucknett y Henry Shands. 1991. "Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources: Global Development and Environmental Concerns", *Science* (253): 866-872.
- Collier, George A. 1992. "Búsqueda de alimentos y búsqueda de dinero: cambios en las relaciones de producción en Zinacantán, Chiapas", en *Reestructuración económica y subsistencia rural. El maíz y la crisis de los ochenta* (Cynthia Hewitt de Alcántara, editora). México: El Colegio de México y Centro Tepoztlán, 183-221.
- Contreras Hinojosa, José Rafael. 1996. *Erosión en Yanhuitlán, Mixteca Alta, Oaxaca: Una estrategia integral de combate*. Tesis de doctorado en ciencias agronómicas. Facultad de posgrado, Montecillo, México, 213.
- Corona Vázquez, Rodolfo. 1997. "Cambios en migración interna de los hogares", *DemoS*. 1997: 19-21.
- . 1996. "Medición directa e indirecta de varias modalidades de migración" (entre México y Estados Unidos), basado en fuentes de información mexicanas. Documento inédito.
- Cowan, R. y P. Gunby. 1996. "Sprayed to Death: Path Dependence, Lock-in and Pest Control Strategies", *The Economic Journal*, 106 (mayo): 521-542.
- Crucible Group. 1994. *People, Plants and Patents. The Impact of Intellectual Property on Biodiversity, Conservation, Trade, and Rural Society*. Ottawa, Canadá: International Development Research Centre, 117.
- Cubasch, U. y R. D. Cess. 1990. "Processes and Modelling", en *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment*. Editado por J. T. Houghton, G. J. Jenkins y J. J. Ephraums. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. WMO y UNEP. Cambridge: Cambridge University Press, 69-91.
- Cuevas Sánchez, J. A. 1991. *Definición, aprovechamiento y conservación de recursos fitogenéticos en una comunidad indígena totonaca*. Tesis de maestría en botánica. Facultad de posgrado, Montecillos, México: 174.
- Culotta, E. 1991. "How Many Genes Had to Change to Produce Corn?" *Science* (252): 1792-1793.
- Debreu, G. 1994. "Excess Demand Functions", *Journal of Mathematical Economics*, I: 15-21.
- De Janvry, Alain. 1996. "Nafta and Agriculture: An Early Assessment", artículo presentado ante el Simposio Trinacional de Investigaciones "Nafta and Agriculture: Is the Experiment Working?" San Antonio, Texas, noviembre 1-2, 1996.
- De Janvry, A., G. Gordillo y E. Sadoulet. 1997. *Mexico's Second Agrarian Reform. Household and Community Responses, 1990-1994*. San Diego-La Jolla: Universidad de California, Centro de Estudios México-EU, 222.
- De Janvry, A., E. Sadoulet y B. Davis. 1995. "NAFTA's Impact on Mexico: Rural Household-level Effects", *American Journal of Agricultural Economics*. 77: 1283-1291.
- De Janvry, Alain, E. Sadoulet y G. Gordillo. 1995. "Nafta and Mexico's Maize Producers", *World Development*, 23 (8): 1349-1362.
- De Janvry, A., E. Sadoulet, B. Davis y G. Gordillo. 1995. "Ejido Sector Reforms: From Land Reform to Rural Development", artículo presentado en la conferencia The Reform of Mexican Agrarian Reform. Nueva York: Universidad Columbia.
- De Janvry, A., E. Sadoulet, B. Davis, K. Seidel y P. Winters. 1997. "Determinants of Mexico-U.S. Migration: The Role of Household Assets and Environmental Factors", Universidad de California en Berkeley. Informe preparado para The Natural Heritage Institute. 40.

- De León, C. 1984. *Maize Diseases: A Guide for Field Identification*. México, D.F.: Centro Internacional para el Desarrollo del Maíz y el Trigo, 114.
- Dempsey, G. J. 1996. "In Situ Conservation of Crops and Their Relatives: A Review of Current Status and Prospects for Wheat and Maize", Artículo del Grupo de Recursos Naturales, 96-08, México, D.F.: Cimmyt, 32.
- Edmeades, G. E. y J. A. Deutsch (eds.). 1994. *Stress Tolerance Breeding: Maize that Resists Insects, Drought, Low Nitrogen, and Acid Soils*. México, D.F.: Cimmyt.
- Edmeades, G. O., H. R. Lafitte, S. C. Chapman y M. Bänzinger. 1994. "Improving the Tolerance of Lowland Tropical Maize to Drought or Low Nitrogen", en Vasal y MacLean. 1994.
- Estudio binacional. 1997. *Migration Between Mexico and the United States*. Borrador final, agosto de 1997, Washington-México: 87.
- Ezcurra, E. 1997. Comunicación personal.
- FAO. 1996. *The State of the World's Plant Genetic Resources*. Documento de antecedentes preparado para la Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Genéticos Vegetales, Leipzig, junio, 1996. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAO. 1995. *Orientaciones para una política agrícola de mediano plazo* (Documento preliminar). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). México: 23 de febrero de 1995. 61.
- FIDA. 1993. *Reformas del sector agrícola y el campesinado en México*. Informe especial de la Misión de Programación para la República de los Estados Unidos Mexicanos. Informe núm. 0435-ME. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. (FIDA). Mayo.
- Figuroa, S. B. 1991. "Agricultura sostenible y deterioro ambiental: la erosión del suelo". En *Agricultura sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental*. Memorias del Primer Simposio Nacional sobre el Desarrollo Sostenible. Facultad de posgrado, Montecillo, México, 111-140.
- Foose, T. J. 1986. "Riders of the Last Ark: The Role of Captive Breeding in Conservation Strategies", en Kaufman y Mallory (1986): 141-65.
- García Barrios, R. y L. García Barrios. 1990. "Environmental and Technological Degradation in Peasant Agriculture: A Consequence of Development in Mexico", *World Development* 18 (11): 1569-85.
- García Barrios, R. y L. García Barrios. 1992. "Subsistencia maicera y dependencia monetaria en el agro semiproletariado: una comunidad rural mixteca", en Hewitt de Alcántara (1992): 223-270.
- y E. Alvarez Buylla. 1991. *Lagunas: Deterioro ambiental y tecnológico en el campo semiproletariado*. México: El Colegio de México, 223.
- GATT. 1994. *The Results of the Uruguay Round of Multilateral Trade Negotiations. The Legal Texts*. Ginebra: Secretaría del GATT, 558.
- Gómez Cruz, M. A. y R. Schwentesius Rinderman. 1993. "El sistema hortofrutícola en México frente al TLC", en Calva (ed.) (1993). I: 93-135.
- Gordillo, Gustavo et al. 1994. *El sector ejidal en la agricultura mexicana: impacto de las reformas*. 13.6.
- Hernández Xolocotzi, Efraim. 1985. *Xolocotzia (Revista de Geografía Agrícola)*. México: Universidad Autónoma de Chapingo. I: 1-424.
- . 1985. *Xolocotzia (Revista de Geografía Agrícola)*. México: Universidad Autónoma de Chapingo. II: 424-775.
- y G. Alanís Flores. 1970. "Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas", en Hernández Xolocotzi (1985). II: 733-750.

- Hewitt de Alcántara, C. (ed.) 1992. *Reestructuración económica y subsistencia rural. El maíz y la crisis de los ochenta*. México: El Colegio de México, 388.
- Hufbauer, G. C. y J. J. Schott. 1993. *Nafta: An Assessment*. Washington, D.C.: Institute for International Economics, 164.
- Instituto Nacional de Nutrición. 1997. *Encuesta nacional de nutrición rural en México*. México: INNSZ.
- INEGI-STP. 1996. *Encuesta nacional de empleo, 1996*. México: INEGI y Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Jablonski, D. 1986. "Mass Extinctions: New Answers, New Questions", en Kaufman y Mallory, 1986, 43-61.
- James, D. (ed.) 1994. *The Applications of Economic Techniques in Environmental Impact Assessment*. Dordrecht-Boston-Londres: Kluwer Academic Publishers, 299.
- Jeffers, D. 1994. "Maize Pathology Research for the Subtropics and Highlands", en Bjarnason (ed.) 1994.
- Jewell, D. C. 1994. "Using Wild Relatives to Improve Maize: Wide Crosses", en Taba (1994), 41.
- Jewell, D. C. y N. Islam-Faridi. 1994. "Use of Maize x *Tripsacum* Hybrids for Stress Breeding in Maize", en Edmeades y Deutsch (eds.) 1994, 93-95.
- Jobson, J. D. 1992. *Applied Multivariate Data Analysis. Volume II: Categorical and Multivariate Methods*. Berlín-Nueva York: Springer-Verlag, 731.
- Josling, Tim. 1992. "Nafta and Agriculture: A Review of the Economic Impacts", en Lustig *et al.* (n.a.).
- Kaufman, Les y Kenneth Mallory (eds). 1986. *The Last Extinction*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 208.
- Kehoe, T. J. 1992. "Comment to Drusilla Brown", en Lustig *et al.*, 58-63.
- Lafitte, H. R. 1994. Identifying Production Problems in Tropical Maize: A Field Guide. México, D.F.: Centro Internacional para el Desarrollo del Maíz y el Trigo: 122.
- Lazos Chavero, E. 1996. "El encuentro de subjetividades en la ganadería campesina", *Ciencias*, 44 (oct.-dic.), 36-45.
- Levy, S. y S. van Wijnbergen. 1995. "Transition Problems in Economic Reform: Agriculture in the North American Free Trade Agreement", *The American Economic Review*, 85 (4): 738-754.
- . 1992. "Maize and the Free Trade Agreement between Mexico and the United States", *The World Bank Economic Review*, 6 (3): 481-502.
- Liverman, D. 1993. "Global Change and Mexico", *Earth and Mineral Sciences*. 60: 71-76.
- . L. Menchaca, R. Garduño, K. O'Brien, M. de Oliver y O. Sánchez. 1992. *Social Learning About Global Warming in Mexico* (Informe preliminar). Proyecto patrocinado por el Consejo de Investigaciones de Ciencias Sociales de Canadá, 14.
- López Martínez, J. 1993. *Conservación y productividad de suelos en ladera de La Frailesca, Chiapas*. Centro Internacional para el Desarrollo del Maíz y el Trigo. Agronomía. Facultad de posgrado, Montecillo, México, 178.
- Lothrop, J. E. 1994. "Research on Maize for Highland Regions", en M. Bjarnason (ed.) 1994.
- Louette, D. y M. Smale. 1996. "Genetic Diversity and Maize. Seed Management in a Traditional Mexican Community: Implications for In Situ Conservation in Maize." Artículo NRG, 96-03. México, D.F. CYMMIT.
- Lucas, E. y B. Robert. 1994a. "Internal Migration in Developing Countries", Institute for Economic Development, Artículo de discusión No. 43. Boston: Universidad de Boston. Abril.
- . 1994b. "Internal Migration in Developing Countries—References", Institute for Economic Development, Artículo de discusión No. 44, Boston: Universidad de Boston. Abril.
- Lustig, N., B. P. Bosworth y R. Lawrence (eds.). (Sin fecha). *North American Free Trade. Assessing the Impact*. Washington, D.C.: The Brookings Institution.

- MacMillan, J. y P. Aquino. 1996. "Impacts on the Mexican Hybrid Maize Seed Industry: Progress Report", Programa de Economía del Cimmyt. México, D.F.: Cimmyt, 7.
- Márquez Sánchez, F. 1993. "Mejoramiento genético de maíces criollos mediante retrocruza limitada", *Simposio sobre el maíz en los años noventa*. Memorias del Simposio. Jalisco, México: SARH, 16-19.
- Martin, L. P. 1995. "Mexican-U.S. Migration: Policies and Economic Impacts", *Challenge*. Marzo-abril: 56-62.
- . 1993. "Trade and Migration: Nafta and Agriculture". *Policy Analyses in International Economics*, 38. Washington, D.C.: Institute for International Economics.
- Masera Cerruti, O. 1990. *Crisis y mecanización de la agricultura campesina*. Programa de ciencia, tecnología y desarrollo. México: El Colegio de México, 226.
- Matus Gardea, J. A., A. Puente González y C. López Peralta. 1990. *Biotechnology and Developing Country Agriculture: Maize in Mexico*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Centro de Desarrollo. Documento técnico.
- McClintock, B. 1977. "Significance of Chromosome Constitutions in Tracing the Origin and Migration of Races of Maize in the Americas", en *Maize Breeding and Genetics* (D. B. Walden (ed.)). Nueva York: John Wiley and Sons, 159-184.
- Nabhan, G. P. 1989. *Enduring Seeds. Native American Agriculture and Wild Plant Conservation*. San Francisco: North Point Press, 225.
- Nadal, A. 1997. "Is the Mexican Economy Recovering?" Artículo presentado ante la Segunda Conferencia del TLC, organizada por el Canada-US Law Institute, Cleveland: Universidad Case Western Reserve. Abril.
- . 1996. *Esfuerzo y captura. Tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos*. México: El Colegio de México.
- . 1995. "Technological Trajectories, Environment and Trade", *Science, Technology and Development* 13 (2): 141-158.
- National Research Council. 1991. *Managing Global Genetic Resources: Forest Trees*. Washington, D.C.: National Academy Press, 228.
- . 1993. *Managing Global Genetic Resources: Agricultural Crop Issues and Policies*. Washington, D.C.: National Academy Press, 449.
- Natural Heritage Institute. 1997. *Environmental Degradation and Migration. The U.S./Mexico Case Study*. San Francisco: The Natural Heritage Institute, 78.
- Norton, R. D. y L. Solís M. 1993. *The Book of CHAC: Programming Studies for Mexican Agriculture*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- OCDE. 1997a. *The Agricultural Outlook, 1997-2000*. París: OCDE, 124.
- . 1997b. *Review of Agricultural Policies in Mexico. National Policies and Agricultural Trade*. París: OCDE, 234.
- Ortega, A. (1987). *Insect Pests of Maize. A Guide for Field Identification*. México, D.F.: Centro Internacional para el Desarrollo del Maíz y el Trigo, 106.
- Ortega Paczka, R. A. 1997. *Maíz en el Tratado de Libre Comercio: Implicaciones para el medio ambiente. Recursos genéticos. Consultoría sobre recursos genéticos preparada para la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte*. México, 86.
- . 1973. *Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas, México, 1946-1971*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de posgrado, Escuela Nacional de Agricultura, 199.
- OTA. 1986. *Grassroots Conservation of Biological Diversity in the United States*, Office of Technology Assessment (Congreso de EU). Artículo de antecedentes No. 1 OTA-BP-F-38. Washington, D.C., 67.
- OXFAM. 1996. *Trade Liberalisation as a Threat to Livelihoods: The Corn Sector in the Philippines*. Londres: OXFAM. Diciembre: 17.

- Pandey, S. H. Ceballos y G. Granados. 1994. "Development and Improvement of Lowland Tropical Maize Populations by Cimmyt's South American Regional Maize Program", en Vasal y McLean (eds.) 1994, 14-29.
- Paoletti, M. G. y D. Pimentel. 1996. "Genetic Engineering in Agriculture and the Environment (Assessing Risks and Benefits)", *BioScience* 46 (9): 665-673.
- Paré, L. 1996. "Las plantaciones forestales de eucalipto en el sureste de México: ¿Una prioridad nacional?". México, 26.
- y M. J. Sánchez. 1996. *El ropaje de la tierra. Naturaleza y cultura en cinco zonas rurales*. México: Plaza y Valdés, 471.
- Partida Bush, Virgilio. 1994. *Migración interna*. INEGI. Colección Monografías Censales. Aguascalientes.
- Pearce, D. y D. Moran. 1995. *The Economic Value of Biodiversity*. London: Earthscan Publications (en asociación con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 172.
- Pimentel, D. (ed.) 1993. *World Soil Erosion and Conservation*. Grupo de Estudio sobre la Conservación de los Suelos del Mundo, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pimentel, D. et al. 1993. "Soil Erosion and Agricultural productivity", en Pimentel (1993), 277-292.
- Plucknett, D. L. y N. J. H. Smith. 1982. "Agricultural Research and Third World Food Production", *Science* 217 (16 de julio): 215-220.
- Raven, P. H., R. F. Evert y S. E. Eichhorn. 1992. *Biology of Plants*. Nueva York: Worth Publishers, 791.
- Reid, W. V. y K. R. Miller. 1989. *Keeping Options Alive*. The Scientific Basis for Conserving Biodiversity. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- Repetto, R. y S. S. Baliga. 1996. *Pesticides and the Immune System (The Public Health Risks)*. Washington, D.C.: World Resources Institute: 100.
- Rickson, R. J. (ed.) 1994. *Conserving Soil Resources. European Perspectives*. Oxford: CAB International, 425.
- Rissler, J. y M. Mellon. 1996. *The Ecological Risks of Engineered Crops*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Robinson, S., M. Burfisher, R. Hinojosa-Ojeda y K. Thierfelder. 1992. "Agricultural Policies and Migration in a Mexico-U.S. Free Trade Area: A Computable General Equilibrium Analysis". Washington, D.C.: US Department of Agriculture.
- Romero Peñaloza, J. y R. Ortega Paczka. 1996. "Sistemas de cultivo, variedades y erosión genética en maíz en el sureste de Tierra Caliente, Michoacán", *Geografía Agrícola*, 22-23 (enero-julio): 113-129.
- Salas Páez, C. 1997. *Corn in NAFTA: Potential and Effective Migration of Labor in Corn-producing Areas of Mexico*. Informe de consultoría sobre recursos genéticos preparado para la Comisión para la Cooperación Ambiental, estudio sobre Maize in Nafta: The Environmental Implications, 35.
- Salhuana, W. 1988. "Seed Increase and Germplasm Evaluation", en Cimmyt (1988), 29-38.
- Salinger, L., J. Metzler y C. Arndt. 1995. *Mexico: Devaluation and Maize Market Reform*. (Informe preparado para la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, la Secretaría de Planeación y el Banco Mundial). Cambridge, MA: Associates for International Resources and Development (AIRD), 54 y Anexos.
- SARH. 1994. *Procampo. Vamos al grano para progresar*. México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), 61.
- Savidan, Y., D. Grimanelli y O. Leblanc. 1995. "Transferring Apomixis from *Tripsacum* to Maize: Progress and Challenges", en Taba (ed.) 1995, 86-92.
- Serratos, J. A. M. C. Wilcox y F. Castillo (eds.) 1995. "Flujo genético entre el maíz criollo, maíz mejorado y teosinte: implicaciones para el maíz transgénico". Memorias del foro México: INIFAP-Cimmyt-Comité de Biodiversidad Agrícola.
- Sivamohan, M. V. K., C. A. Scott, y M. F. Walter. 1993. "Vetiver Grass for Soil and Water Conservation: Prospects and Problems", en Pimentel (ed.) 1993, 293-309.
- Soleri, D. y S. E. Smith. 1995. "Morphological and Phenological Comparisons of Two Hopi Maize Varieties Conserved *In Situ* and *Ex Situ*", *Economic Botany* 49 (1): 56-77.

- Stanford, J. O. 1992. "CGE Models of North American Free Trade: A Critique of Methods and Assumptions". Testimonio ante la Audiencia Pública de la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos sobre Modelos de Economías Completas acerca de las implicaciones económicas del libre comercio (Investigación núm. 332-317). Abril, 56.
- Stark, O. 1991. *The Migration of Labor*. Londres: Blackwells.
- Stevenson, G. G. 1991. *Common Property Economics. A General Theory and Land Use Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 256.
- Strahler, A. N. y A. H. Strahler. 1989. *Elements of Physical Geography*. Nueva York: John Wiley and Sons, 562.
- Suárez, V. 1996. Comunicación personal. Director general de la Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productos del Campo (ANEC).
- Sundquist, B. W. 1989. "Emerging Maize Biotechnologies and their Potential Impact", Centro de Desarrollo de la OCDE, Documento técnico núm. 8. Octubre.
- Taba, S. 1995. "Maize Germplasm: Its Spread, Use and Strategies for Conservation", en Taba (ed.). 1995: 7-58.
- . (ed.). 1995. *Maize Genetic Resources*. Maize Program Special Report. México, D.F.: Cimmyt, 95.
- . (ed.). 1994. *The Cimmyt Maize Germplasm Bank: Genetic Resource Preservation, Regeneration, Maintenance and use*. Informe Especial para el Programa sobre el Maíz. México. Cimmyt, 88.
- Tanksley, S. D. y S. R. McCouch. 1997. "Seed Banks and Molecular Maps: Unlocking Genetic Potential from the Wild", *Science* 277: 1063-66.
- Tatum, L. A. 1971. "The Southern Corn Leaf Blight Epidemic", *Science* 171: 1113-16.
- Téllez, L. 1992. *La modernización del sector agrícola en México*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Thrupp, L. A. 1995. *Bittersweet Harvests for Global Supermarkets: Challenges in Latin America's Agricultural Export Boom* (con G. Bergeron y W. F. Waters). Washington, D.C.: World Resources Institute, 202.
- . 1994. "Challenges in Latin America's Recent Agroexport Boom. Sustainability and Equity of Nontraditional Export Policies in Ecuador", *Issues in Development*. Washington, D.C.: World Resources Institute. Febrero, 19.
- Tuirán, R. 1997. "La migración de mexicanos a Estados Unidos: patrones de continuidad y cambio", *DemoS*, 1997: 21-23.
- Turrent, A. 1997. *Maíz en el TLC: Implicaciones para el medio ambiente. Consultoría sobre calidad de suelos*. Comisión para la Cooperación Ambiental, 32.
- . 1996. Evaluación del potencial productivo del cultivo de maíz con la tecnología actual del INIFAP. Marzo.
- . 1993. "Aprovechamiento de la tierra de labor. Tecnologías y posibilidades de autosuficiencia alimentaria", *Alternativas para el campo mexicano*. Calva, J. L. (ed.). Programa Universitario de Alimentos. México: Ediciones Fontamara-UNAM, 77-106.
- . 1986. *Estimación del potencial productivo actual de maíz y frijol en la República Mexicana*. México: Colegio de Posgraduados e Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 165.
- Vasal, S. K. y S. McLean (eds.). 1994. Subprograma del Maíz Tropical de las Tierras Bajas. Informe especial para el Programa sobre el Maíz. México, D.F.: Cimmyt, 111.
- Villar Sánchez, B. 1996. *Erosionabilidad de suelos y su impacto en la productividad del maíz en el trópico mexicano*. Tesis de doctorado en ciencias agronómicas, Facultad de posgrado, Montecillo, México, 196.
- Wade, N. 1974. "Sahelian Drought: No Victory for Western Aid", *Science* 19: 236.

- Wellhausen, E. J. 1988. "The Indigenous Maize Germplasm Complexes of Mexico. Twenty-five Years of Experience and Accomplishments in Their Identification, Evaluation, and Utilization". En *Cimmyt* (1988), 17-28.
- Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, y E. Hernández Xolocotzi, con la colaboración de P. C. Mangelsdorf. 1951. "Razas de maíz en México: Su origen, características y distribución". En *Xolocotzia*, Hernández Xolocotzi (1987) (Vol. II): 609-732.
- Wilkes, H. 1977. "Hybridization of Maize and Teosinte in Mexico and Guatemala and the Improvement of Maize", *Economic Botany* 31: 254-93.
- Wilkes, H. G. y M. M. Goodman. 1995. "Mystery and Missing Links: The Origin of Maize", en Taba (ed.). 1995, 1-6.
- Wilson, E. O. 1992. *The Diversity of Life*. Nueva York: W.W. Norton, 424.
- Wollock, J. 1994. "Globalizing Corn: Technocracy and the Indian Farmer", *Akwe:kon Journal* (número de verano): 53-66.
- World Bank. 1990. *Vetiver Grass. The Hedge Against Erosion*. Washington, D.C.: Banco Mundial, 3ª edición.
- World Resources Institute. 1994. *World Resources, 1994-1995*. (En colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.) Nueva York y Oxford: Oxford University Press, 398.
- Worster, Donald. 1979. *Dust Bowl. The Southern Plains in the 1930s*. Oxford: Oxford University Press, 277.
- Wright, Angus. 1990. *The Death of Ramón González. The Dilemma of Mexican Agriculture*. Austin: The University of Texas Press, 337.
- Wright, Brian D. 1997. "Crop Genetic Resource Policy: the role of ex situ Genebanks", *Australian Agricultural and Resource Economics Society* 41 (1): 81-115.

Anexo A

Literatura sobre el maíz en México y los efectos de la liberalización del comercio

La literatura sobre los efectos de la liberalización comercial en los productores maiceros de México incluye análisis econométricos con estimaciones acerca del sector productor de maíz, y modelos computables de equilibrio general (CEG) de diversas características. Entre los últimos se encuentran los modelos utilizados por Levy y Van Wijnbergen (1995) y Robinson *et al.* (1992), que ayudan a estimar los efectos sobre la producción agrícola. Una exposición que resume algunos de los resultados relevantes se encuentra en Josling (1992). Es importante hacer notar que los modelos CEG son útiles para ciertos ejercicios, pero las restricciones que imponen a las tecnologías y a las funciones prácticas limitan su provecho en este contexto. Además, estos modelos se atienen de modo categórico al supuesto de que los mercados están siempre despejados y, por consiguiente, son capaces de desplegar sus propiedades de distribución. Esta suposición carece de fundamento teórico, considerando los resultados en la teoría de la estabilidad y, en particular, las implicaciones de los teoremas Mantel-Sonnenschein-Debreu (Debreu, 1974).

Para un análisis detallado de las principales deficiencias aludidas anteriormente, refiero al testimonio presentado por Stanford (1992) durante la audiencia de la Comisión de Comercio Internacional de EU acerca de los modelos de economías completas sobre las implicaciones del libre comercio. Además, como Brown (1992) lo reconoce, el impacto dinámico del TLC bien podría empequeñecer el impacto estático analizado por la mayoría de los modelos CEG aplicados. Kehoe (1992) hace notar que se ha realizado un esfuerzo sorprendentemente reducido para evaluar el funcionamiento de estos modelos luego de que tuvieron lugar los cambios en las políticas.

El estudio de Levy y Wijnbergen (1992) es un buen caso para este tipo de examen. Con base en datos de varias fuentes y años, este estudio estima que la fuerza de trabajo rural es de seis millones de productores en total, con aproximadamente 2.25 millones dedicados al maíz. Esta última cifra es desglosada en 2 millones de productores de “subsistencia” y 0.25 millones “a gran escala”. Además, calcula que hay 3 millones de trabajadores rurales sin tierra y aproximadamente 0.72 millones de productores en el sector no maicero. Los autores también estiman que de los 2.25 millones de productores hay 787,000 vendedores netos, y que 1.46 millones son compradores netos o productores de autoconsumo. También argumentan que los compradores netos posiblemente adquieren una pequeña porción del total del maíz consumido, “de modo que el beneficio que reciben por los precios reducidos de maíz es positivo, pero quizá menor”. Esta estimación es consistente con la mayoría de los estudios de mercado sobre el maíz en el México rural, que identifican altos costos de transacción para los compradores de maíz, así como rigideces debidas a fallas o imperfecciones en el mercado (como pueden serlo los mercados segmentados). Esto explica por qué se consideran reducidos los beneficios de las reducciones en los precios. Estos análisis indican que existe un grupo de vendedores netos cuyas ventas son relativamente pequeñas, de modo que no son significativas sus pérdidas por la baja en los precios del maíz. El efecto indirecto salario-precio de la caída en los precios del maíz es más importante para este grupo.

Considerando una cifra de producción nacional total de 10.3 millones de ton (para 1989), Levy y Wijnbergen estiman la cantidad de productores que dejarán el sector maicero y la superficie total de tierras afectada por esta decisión. Mediante una estimación de la elasticidad del precio agregado del abasto de maíz en 1.5 para el maíz de tierras de riego y en 1.03 para el de temporal, y considerando una reducción en el precio del maíz del 50 por ciento, debido a la liberalización del comercio, calculan una disminución de la producción de maíz en tierras irrigadas de 0.97 millones de ton (de 1.5 a 0.53 millones de ton) y de 4.5 millones de ton en las de temporal (de 8.8 a 4.3 millones de ton).

Esta contracción en la producción de maíz libera tierras y mano de obra para otros usos (presumiblemente más productivos). Tomando en cuenta rendimientos promedio de 2 y 1.4 ton/ha para tierras de riego y de temporal, respectivamente, la contracción en la producción maicera desocupa 320,000 ha de tierras de riego y 3.21 millones de ha de tierras de temporal.

A partir de datos anteriores sobre proporciones de tierras contra mano de obra por tipo de cultivo, los autores concluyen que se liberan 75.58 millones de trabajadores-días. Suponen que un trabajador rural promedio labora durante 180 días al año, dejando a 419,888 trabajadores desocupados en el sector maicero, y que todas las tierras irrigadas y liberadas del maíz se dedican a otros granos, frutas y verduras y otros cultivos en las mismas proporciones que había en 1989. Esto implica que 19.85 millones de trabajadores-días serán requeridos por la producción no maicera en tierras de riego.

Cuadro A-1 Proporciones de tierra contra mano de obra, por cultivo y tipo de tierra

Características de la tierra	Maíz	Otros granos	Frutas y verduras	Otros	Pastizales
De riego	51.5	25	165	23	N.D.
De temporal	18.4	9	58	18	5

Trabajadores-días empleados por año por hectárea de tierra.

N.D. No disponible.

Fuente: Norton, R. y L. Solís, 1983. *The Book of CHAC, Programming Studies for Mexican Agriculture*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Levy y Wijnbergen afirman que “un escenario plausible es que la mitad de las tierras de temporal liberadas sea dedicada a pastizales, y la mitad restante se divida en partes iguales entre otros granos y cultivos (pero no frutas ni verduras)”. La producción no maicera en tierras de temporal requeriría, entonces, de 29.6 millones de trabajadores-días, y habría una liberación neta de 26.13 millones de trabajadores-días, que se traduciría en 145,000 trabajadores. Los autores concluyen que el libre comercio del maíz ejercería una presión a la baja sobre los salarios rurales, y la cantidad de trabajadores desocupados sería pequeña comparada con la fuerza de trabajo total de 1989 (aproximadamente 6 millones de trabajadores).

Los autores hacen notar que el equilibrio en el mercado del empleo rural es restaurado cuando la caída en los salarios rurales genera empleo en la producción de maíz y verduras, hasta que desaparece el excedente de mano de obra. No es claro dónde tiene lugar el incremento en la producción de maíz. También hacen notar que la mano de obra liberada sería reocupada mediante intervenciones directas, como trabajos públicos de irrigación. Finalmente, el equilibrio es restaurado mediante la migración.

Crítica

Los análisis existentes sobre los efectos del TLC y las reacciones de los productores se fundamentan en varias suposiciones básicas. Una es que los productores afectados por la baja en los precios pueden modernizar sus actividades de producción y hacerse competitivos. De este modo, el efecto de sustitución producido por el cambio en los precios relativos está asociado con cambios técnicos (combinación de insumos y rendimientos) que generan beneficios para el bienestar. Si los productores tienen acceso a los recursos requeridos, ésta es una posibilidad desde el punto de vista del sector moderno de los productores de maíz. Pero muchos productores comerciales no cuentan con recursos como suelos de buena calidad o agua. Sus diversas alternativas ante las reducciones en los precios podrían no incluir la decisión de continuar operando en el sector maicero. No existe información precisa sobre cuántos productores que son vendedores de maíz están en esta situación.

Una segunda suposición es que los productores maiceros modernos tienen la suficiente flexibilidad para pasar a la horticultura, cuya naturaleza intensiva en mano de obra proporciona ventajas comparativas para México. Esto podría ser una hipótesis plausible para los productores de maíz modernos, especialmente en los sistemas de riego del noroeste de México, donde ya existen canales de comercialización bien establecidos. Sin embargo, la cantidad de ha que pueden reasignarse a la horticultura es limitada, dado el tamaño del mercado regional para estos productos. Para estos autores, aproximadamente el 30 por ciento de las tierras liberadas y de riego podrían reorientarse hacia otros granos; 30 por ciento hacia frutas y verduras, y 30 por ciento hacia algodón, tabaco y otros cultivos. Conforme a los patrones de asignación de tierras en 1989, esto significaría duplicar la superficie cultivada en frutas y verduras, un escenario difícil de apoyar dadas las condiciones existentes (véase Gómez y Schwentesius Rindermann, 1993).

Una tercera suposición es que los trabajadores desplazados podrían hallar oportunidades de empleo adecuadas, ya sea en el sector rural o en los mercados urbanos. Este punto de vista ignora el déficit de empleos acumulado durante los últimos años. También soslaya la grave situación del desempleo rural, así como los datos sobre la evolución de los salarios reales tanto en el sector rural como en el urbano. Ésta es una importante cuestión para las personas que dependen de envíos de dinero desde el extranjero para compensar las pérdidas en los ingresos, o para quienes tienen necesidades urgentes de dinero en efectivo y deben vender parte de sus existencias de grano, aunque posteriormente vuelvan a comprar la misma cantidad con las ganancias que obtuvieron al vender su mano de obra.

Una cuarta suposición es que los campesinos de subsistencia no serán afectados por las reducciones en los precios inducidas por el TLC. Este punto de vista ignora el hecho de que los hogares de subsistencia forman parte de una economía de mercado que necesita de flujos monetarios. Sus fuentes alternativas de ingresos son importantes. Además, la inmensa mayoría de estos productores venden pequeñas cantidades de su producción durante todo el año para satisfacer necesidades de liquidez de muy corto plazo. Los salarios reales mantuvieron una tendencia a la baja de tres años a la fecha. Y, como concluyen Levy y Wijnbergen, los salarios rurales irán a la baja como resultado de la tendencia declinante de los precios del maíz. Los trabajadores de subsistencia se verán sometidos a presiones extra, en términos de sus actividades no agropecuarias para generar ingresos.

Finalmente, este análisis acerca de cómo reaccionarán los productores a los cambios en los precios del maíz no considera las elasticidades entre precios. Los productores de maíz no toman sus decisiones sobre la cantidad de maíz que debe producirse únicamente con base en su precio. Su función de abasto incluye otros factores, entre ellos el precio de la fuerza de mano de obra y los precios relativos de otros cultivos. El estudio de Levy y Wijnbergen se basa en un enfoque de equilibrio parcial “principalmente por los requisitos prohibitivos de información que se necesitan para un modelo completo de equilibrio general” (*ibid.*, 482).¹⁸⁴ Pero en ausencia de elasticidades entre precios confiables para el maíz, su enfoque no explica por qué la caída en los precios del maíz coexiste con la expansión de la producción.

¹⁸⁴ A pesar de las diferencias entre los enfoques, De Janvry trata el enfoque de equilibrio parcial de Levy y Wijnbergen como un modelo de equilibrio general.

Anexo B

La migración y las regiones productoras de maíz

En un informe especial para este proyecto, Salas (1997) evaluó la posible migración de mano de obra en las zonas productoras de maíz en México. Hay escasez de datos confiables sobre los recientes patrones de migración de las áreas rurales del país, y para evaluar la posible migración de los habitantes de las zonas rurales pobres es necesario utilizar métodos indirectos.¹⁸⁵ Por su naturaleza, estos métodos no permiten resultados muy precisos, pero proporcionan estimaciones razonables sobre las tendencias potenciales.

Salas utiliza dos métodos indirectos. El primero combina datos económicos y demográficos para identificar los estados en donde se concentran los productores de maíz más pobres y menos productivos. Al contrastar estos datos con otros que informan sobre el destino final de la producción agrícola en cada estado (consumo doméstico, consumo en el mercado nacional), es posible identificar las regiones donde predomina la producción de subsistencia. El segundo método utiliza datos demográficos para identificar las zonas de atracción y expulsión. Una comparación entre los índices de crecimiento de la población a nivel nacional, estatal y municipal permite clasificar los estados según su potencial para atraer migración de otras entidades, o para producir emigración hacia otras. Si se combinan los dos análisis, es posible identificar qué estados productores de maíz presentan el mayor potencial para generar migración.

El estudio realiza inicialmente un análisis conjunto de grupos de cuatro variables económicas. Las primeras dos variables provienen del Censo de Población de 1990: la proporción de la fuerza de trabajo total que gana menos de dos salarios mínimos, y la proporción de la población total que vive en zonas rurales definidas como pueblos y rancherías con menos de 5,000 habitantes. Los datos para la tercera variable son la proporción de las unidades agrícolas en cada estado cuya producción es para consumo doméstico. Es también un dato representativo para la agricultura de subsistencia. La cuarta variable es el rendimiento de maíz por hectárea. Los datos para las variables tercera y cuarta provienen del Censo Agropecuario de 1991.¹⁸⁶

El análisis de conjuntos (Jobson, 1992), que se basa en las cuatro variables, ofrece una clasificación sobre los estados que ayuda a estimar la migración potencial.¹⁸⁷ Una jerarquía de estados se formula comenzando con dos variables, ingresos de la mano de obra y población rural, y luego agregando las variables pertinentes a las unidades de subsistencia y los datos de productividad relativa. Una tercera serie de conjuntos se construye mediante el uso de las cuatro variables, a fin de obtener grupos de estados “similares”. Con esta clasificación se suma una nueva variable: la migración permanente en el plano estatal. La prueba crucial es si, al añadir esta variable, los conjuntos resultantes son distintos. Si ése es el caso, la emigración sería una especie de “aspecto aislado”, en términos de las demás variables ya consideradas.¹⁸⁸

¹⁸⁵ Puede consultarse una buena exposición sobre las estimaciones de la migración México-Estados Unidos en Corona y Tuirán (1997).

¹⁸⁶ Este censo utiliza datos de 1990.

¹⁸⁷ Puesto que tres de las cuatro variables ya están en forma de porcentajes, fue necesario transformar la cuarta variable en la proporción del rendimiento de maíz por hectárea en cada estado respecto al rendimiento nacional de maíz por hectárea. Esta conversión es una función para preservar el orden, y permite que los datos sobre productividad sean compatibles con el resto de los datos.

¹⁸⁸ En el informe final se incluirán los resultados de una regresión logística que calcula las probabilidades de ser una zona de migración neta como una función de las cuatro variables aquí utilizadas.

El Cuadro B-1 muestra la base de datos empleada para esta parte del análisis. Los resultados del análisis de conjuntos son directos. Con el uso de la métrica euclidiana como medida de proximidad, los datos muestran la distancia que hay entre los estados y revelan una cierta concentración entre los estados del sur de México, de baja productividad, y las pequeñas parcelas que producen maíz. Luego se introducen datos sobre el volumen de la migración permanente en el nivel estatal (Partida, 1994) para probar la eficiencia de la técnica de agrupación por conjuntos. Los conjuntos iniciales son sumamente sólidos: luego de añadir una quinta variable (la proporción que representa el estado en la emigración total en el periodo de 1980 a 1990), los conjuntos que aparecen en el Cuadro B-2 permanecieron estables. La relación entre los estados caracterizados por la inmigración o emigración permanentes tiende a ser estrecha en términos del análisis de conjuntos. Un aspecto importante es que los estados en los grupos 6 y 7 se encuentran entre los de menos desarrollo social; los conjuntos también se caracterizan por niveles similares de producción agrícola para el hogar, así como por los rendimientos de maíz por hectárea.

Cuadro B-1 Conjuntos de estados por características sociales y de la producción de maíz

Estado	Conjunto	Tecnología	Estado	Conjunto	Tecnología
Chiapas	1	Menos desarrollada	Aguascalientes	3	Mixta
Guerrero	1	Menos desarrollada	Campeche	3	Mixta
Hidalgo	1	Menos desarrollada	Coahuila	3	Mixta
Michoacán	1	Menos desarrollada	Chihuahua	3	Mixta
Oaxaca	1	Menos desarrollada	Durango	3	Mixta
Puebla	1	Menos desarrollada	Guanajuato	3	Mixta
Querétaro	1	Menos desarrollada	Jalisco	3	Mixta
Quintana Roo	1	Menos desarrollada	Nayarit	3	Mixta
San Luis Potosí	1	Menos desarrollada	Nuevo León	3	Mixta
Tlaxcala	1	Menos desarrollada	Sinaloa	3	Mixta
Baja California	2	Desarrollada	Tabasco	3	Mixta
Baja California Sur	2	Desarrollada	Veracruz	3	Mixta
Colima	2	Desarrollada	Zacatecas	3	Mixta
Sonora	2	Desarrollada	Distrito Federal	4	Baja tecnología
Tamaulipas	2	Desarrollada	México	4	Baja tecnología
			Morelos	4	Baja tecnología
			Yucatán	4	Baja Tecnología

Sin embargo, estos resultados no son totalmente satisfactorios, puesto que los conjuntos no permiten una agrupación predecible de los estados, al menos en términos de desarrollo y de la estructura de la producción de maíz. A fin de corregir este problema, se introduce otra serie de variables de producción para formar una tipología de desarrollo y producción de maíz, mediante el uso de datos a nivel estatal.¹⁸⁹

¹⁸⁹ Para formar nuevos grupos se utilizan comprobaciones cruzadas del Censo Agropecuario de 1991.

Cuadro B-2

Análisis de grupos de estados: Migración y cuatro variables relacionadas de tipo socioeconómico y de producción de maíz

Estado	Grupo	Tendencia migratoria
Baja California Sur	Grupo 1	Inmigración
Sonora	Grupo 1	Inmigración
Baja California	Grupo 2	Inmigración
Jalisco	Grupo 2	Inmigración
Nayarit	Grupo 2	Emigración
Sinaloa	Grupo 2	Emigración
Aguascalientes	Grupo 3	Inmigración
Coahuila	Grupo 3	Emigración
Colima	Grupo 3	Inmigración
Chihuahua	Grupo 3	Inmigración
Morelos	Grupo 3	Inmigración
Tamaulipas	Grupo 3	Inmigración
Distrito Federal	Grupo 4	Emigración
México	Grupo 4	Inmigración
Nuevo León	Grupo 5	Inmigración
Quintana Roo	Grupo 5	Inmigración
Oaxaca	Grupo 6	Emigración
San Luis Potosí	Grupo 6	Emigración
Yucatán	Grupo 6	Emigración
Zacatecas	Grupo 6	Emigración
Campeche	Grupo 7	Inmigración
Chiapas	Grupo 7	Emigración
Durango	Grupo 7	Emigración
Guanajuato	Grupo 7	Inmigración
Guerrero	Grupo 7	Emigración
Hidalgo	Grupo 7	Emigración
Michoacán	Grupo 7	Emigración
Puebla	Grupo 7	Emigración
Querétaro	Grupo 7	Inmigración
Tabasco	Grupo 7	Emigración
Tlaxcala	Grupo 7	Inmigración
Veracruz	Grupo 7	Emigración

Los datos utilizados incluyen características sociales (como la proporción de población nacional, población en zonas rurales, niveles de ingreso), así como características de la producción de maíz (proporción de unidades dedicadas principalmente a la producción de maíz, tamaño medio de las parcelas, uso de híbridos, proporción de la producción total consumida por el productor mismo). La tipología es construida mediante un análisis de grupos cuyos detalles pueden encontrarse en Salas (1997).

Como lo muestra el Cuadro B-1, conforme a esta tipología, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí y Tlaxcala conforman el grupo de estados menos desarrollados. Una importante característica común de todos estos estados es el nivel de pobreza, indicado por una gran proporción de la fuerza de trabajo con bajos niveles de ingreso, combinado con una alta proporción de unidades productoras de maíz con tecnologías que no son intensivas en capital (la variable representativa utilizada es la baja proporción de uso de híbridos) y altas proporciones de producción de maíz para consumo doméstico.

En términos de migración permanente, Chiapas, Querétaro, Quintana Roo y Tlaxcala tienen un índice de crecimiento social positivo, es decir, atraen población. Pero esto sucede únicamente en el plano estatal, puesto que cada uno de ellos tiene una zona urbana que ha crecido rápidamente en los últimos diez años o más. Un análisis desagregado, en el ámbito municipal, revela que la mayoría de los municipios muestran el comportamiento opuesto, al expulsar población. Esto significa que hay un estrecho vínculo entre el nivel de desarrollo (social y productivo) y la migración permanente en México.

A continuación, para evaluar estos hallazgos, se realiza un análisis de componentes principales. Los resultados demuestran que el 75 por ciento de la variabilidad total de las variables sociales y económicas utilizadas como factores para explicar la migración permanente puede ser comprendido mediante una pareja de variables compuestas, agrupadas en el nombre “estructura social y de producción de maíz”. La matriz de factores se reproduce a continuación en el Cuadro B-3, y muestra la combinación de variables que forman la pareja de factores. El factor 1 capta un conjunto de desarrollos positivos en la estructura social y económica de las zonas estudiadas. El segundo factor capta el lado negativo de las variables involucradas. En tanto que un componente del factor 1 es positivo y tiene un valor relativamente alto, el componente correspondiente al factor 2 revierte estos valores.

Cuadro B-3 Matriz de factores para la variable compuesta “estructura social y de producción de maíz”

	Factor 1	Factor 2
Zona	0.73061	-0.02403
Consumo	0.88989	0.28199
Índice de utilización de híbridos	-0.87757	0.15099
Ingreso	0.79625	-0.36293
Población	0.34907	0.75296
Rural	0.54368	-0.74604
Unidades productoras de maíz	0.78889	0.41943

Con los resultados de este análisis de componentes principales se realizó una regresión logística para estimar si el nivel general de desarrollo social, combinado con la estructura de la producción de maíz, es un buen indicador para predecir la migración. Además, la proporción de probabilidades estimada en la regresión logística demuestra que la caída de una unidad en el nivel del desarrollo económico social implica una alza de 0.43 en las probabilidades; es decir, la proporción de la probabilidad de emigración respecto de la probabilidad de inmigración es igual a 0.43.

Como muestra el Cuadro B-4, niveles de ingreso más bajo y técnicas tradicionales de producción de maíz están asociados con mayores probabilidades de migración definitiva.

Cuadro B-4 Probabilidades de migración según las variables

Variable	Probabilidad
% de zona de cultivo de maíz	Positiva
% de producción para autoconsumo	Positiva
% de unidades que utilizan maíz híbrido	Negativa
% de ingreso menor a 2 salarios mínimos	Positiva
% de población total	Positiva, pero relativamente pequeña
% de población rural	Positiva
% de unidades con menos de 5 ha	Positiva