



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



CIMMYT

**Sistemas sostenibles
de maíz y trigo para
los pobres**

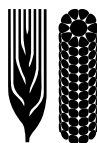
**La conservación de residuos en
los sistemas de producción
de maíz en Ciudad Guzmán y
San Gabriel, Jalisco**

Olaf Erenstein

NRG

Grupo de Recursos Naturales

Documento 99-01 Es



CIMMYT

La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco

Olaf Erenstein*

NRG

Grupo de Recursos Naturales

Documento 99-01 Es

Octubre de 1999

Colaboración entre el INIFAP, el CIMMYT y el CIRAD
en el manejo de los recursos naturales

* Cuando se llevó a cabo este estudio Olaf Erenstein era experto asociado del Grupo de Recursos Naturales del CIMMYT. Las opiniones expresadas en el documento no reflejan necesariamente las del CIMMYT.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación. Tiene su sede en México y colabora con instituciones de investigación agrícola de todo el mundo para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de maíz y trigo para los agricultores de escasos recursos en los países en desarrollo. El CIMMYT es uno de los 16 centros que cuentan con el apoyo del Grupo Consultivo sobre la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). El CGIAR cuenta con el apoyo de más 55 países, organizaciones tanto internacionales como regionales y fundaciones privadas, y es co-patrocinado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre las que se encuentran fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

<http://www.cimmyt.mx> o www.cimmyt.cgiar.org

FUTURESM HARVEST El CIMMYT apoya *Future Harvest* (La Cosecha del Futuro), una campaña para despertar la conciencia del público acerca de la importancia de los problemas agrícolas y la investigación agrícola internacional. Future Harvest vincula a respetadas instituciones de investigación, figuras públicas influyentes y destacados científicos agrícolas con el fin de destacar los amplios beneficios sociales de la agricultura mejorada: la paz, la prosperidad, la renovación ambiental, la salud y el alivio del sufrimiento humano.

<http://www.futureharvest.org>

© Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1999. El CIMMYT es el único responsable de esta publicación. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras.

Impreso en México.

Cita correcta: Erenstein, O. 1999. *La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco*. Documento del NRG 99-01 Es. México, D.F.: CIMMYT.

Descriptor AGROVOC: Jalisco; México; *Zea mays*; maíz; producción vegetal; factores de producción; conservación de suelos; labranza de conservación; manejo del cultivo; residuos de cosechas; mantillo de hojas; sistemas de cultivo; transferencia de tecnología; adopción de innovaciones; entorno económico; análisis de costos y beneficios; proyectos de investigación

ISSN: 1405-4841

Descriptor adicionales: INIFAP; CIMMYT; CIRAD

Códigos de categorías AGRIS: E14 Economía y Políticas de Desarrollo
F07 Preparación del Suelo

Clasificación decimal Dewey: 338.14

Contenido

Página

iv	Cuadros
v	Figuras
vi	Siglas y abreviaturas
vii	Resumen
viii	Agradecimientos
1	Introducción
2	Sistemas de producción de maíz
2	La zona de estudio
4	Los sistemas de producción
5	Los sistemas de cultivo de maíz
7	La conservación de residuos
7	La tecnología de conservación de residuos
8	Conocimiento de la tecnología
9	El balance de residuos
12	Cambios requeridos para la conservación de residuos
13	No quemar
16	Reducir la incorporación
21	Reducir la extracción
23	Disminuir el desgaste
24	Aumentar la producción
24	La economía de la adopción
24	Beneficios y costos de la adopción
28	Consideraciones adicionales
29	Conclusiones y recomendaciones
32	Bibliografía
34	Anexos

Cuadros

Página

- 6 Cuadro 1. Algunas características de los sistemas de cultivo de maíz.
- 8 Cuadro 2. Conocimiento de la labranza de conservación.
- 10 Cuadro 3. Producción de residuos.
- 11 Cuadro 4. La incidencia de diferentes sistemas de labor en la zona de estudio.
- 26 Cuadro 5. Presupuestos para una parcela típica de maíz con diferentes sistemas de labor en la zona de buen temporal (año regular).
- 27 Cuadro 6. Presupuestos para una parcela típica de maíz con diferentes sistemas de labor en la zona de mal temporal (año regular).
- 29 Cuadro 7. Algunos de los efectos esperados de la adopción.
- 34 Cuadro A1. Cálculos de la extracción productiva por medio del pastoreo.
- 36 Cuadro A2. Cálculos adicionales de la extracción productiva.

Figuras

Página

- 3 Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en Ciudad Guzmán y San Gabriel.
- 14 Figura 2. Difusión de fertilizantes, herbicidas y no quema.
- 15 Figura 3. Relación entre los diferentes indicadores del problema sobre plagas y enfermedades.
- 22 Figura 4. Variaciones del balance de residuos en una parcela típica, en las dos zonas de temporal, en diferentes tipos de año.
- 24 Figura 5. Círculo benéfico de la conservación de residuos cuando el agua es el factor limitante.

Siglas y abreviaturas

CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo, Francia
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
M\$	M\$: pesos mexicanos. Tasa de cambio promedio en 1994: M\$ 3.4 = US\$1 (FMI).
msnm	metros sobre el nivel del mar
n	número de casos
NR	no relevante
NS	no significativa ($p > 0.10$)
p	probabilidad (= prob.)
PV	Primavera-verano: el principal ciclo agrícola de temporal
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería, Gobierno del Estado, Jalisco
SAGAR	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (ahora SAGAR)
TLC	Tratado de Libre Comercio
UA	unidad animal
UAP	unidad animal que pastorea

Resumen

La tecnología de conservación de los residuos del cultivo, mejor conocida como labranza de conservación, brinda la posibilidad de incrementar la productividad y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas en zonas con escasez de agua. La tecnología propone el uso de los residuos de la cosecha anterior como mantillo protector del suelo, con el propósito de lograr efectos benéficos en la conservación del suelo y del agua. Este estudio revisa el potencial de la tecnología en los sistemas de producción de maíz de temporal en una zona de estudio en el sureste del estado de Jalisco, México. La adopción actual de la tecnología en la zona de estudio es mínima (aproximadamente 1%), aunque una tercera parte de los productores sí la conoce.

El estudio muestra que la adopción de la tecnología de conservación de residuos no es sencilla, pues depende de varios factores como la no quema, la reducción de la labranza primaria, así como adaptaciones en la siembra y el control de malezas; asimismo, la extracción requeriría de algunos ajustes que originarían costos adicionales. El estudio indica que existen dos opciones para la conservación de residuos en la zona: 1) un sistema de labranza cero con extracción de residuos; 2) un sistema de labranza mínima sin extracción de residuos. Además es necesario distinguir entre dos zonas de temporal: una de (relativamente) buen temporal y otra de mal temporal. La conservación de residuos permite obtener rendimientos considerablemente mayores y estables mediante la conservación de agua en la zona de mal temporal. Sin embargo, en la zona de buen temporal no parece haber efecto alguno sobre el rendimiento a corto plazo.

La adopción de los sistemas de labranza cero en la zona de buen temporal disminuye ligeramente los costos de producción (M\$176/ha), en contraste con la adopción de la labranza reducida, cuya reducción en los costos de producción no es significativa. En la zona de mal temporal, la situación es diferente porque ambas tecnologías de conservación incrementan los costos de producción de tal manera que contrarrestan el efecto benéfico en el rendimiento del maíz. Aunque la adopción de los sistemas de conservación generan disminución en los costos de producción de un kilo de maíz, este ahorro quizá no es tan prometedor como se había creído. Esto parece estar relacionado con varios factores, que incluyen 1) el costo y la escasez de sembradoras directas; 2) la necesidad de reducir la extracción de residuos en los sistemas de labranza reducida; 3) los gastos preventivos para asegurarse que no se quemen los residuos. Por esto, no parece probable que la difusión autónoma de la conservación de residuos en la zona de estudio ocurra con rapidez. No obstante, el potencial podría aumentar con algunos ajustes. En este estudio se proporcionan algunas recomendaciones, entre las cuales se incluyen la necesidad de establecer un programa de investigación y extensión participativa, de aumentar la disponibilidad de sembradoras directas, y de hacer compatible la extracción de residuos y su uso como mantillo.

Agradecimientos

El autor agradece profundamente los valiosos comentarios de Larry Harrington, Eric Scopel (CIRAD-CA/CIMMYT), Gustavo Saín, Luis Enrique Valdez (INIFAP) y Gregorio Martínez, así como el trabajo editorial de María Concepción Castro y Alma McNab. Asimismo, se agradece la participación de Eric Scopel, Martín Areola (INIFAP), Johan Glo, Naima Martin, Alfredo González Avila (INIFAP) y Enrique Chávez Guerra en el levantamiento de la encuesta y el estudio complementario (Erenstein et al., 1997).

La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco

Olaf Erenstein

Introducción

El agua es un elemento fundamental en la producción agrícola de temporal en la mayoría de las zonas tropicales. Es el principal determinante de la producción de biomasa en ambientes donde la cantidad y distribución de la precipitación pluvial limitan el desarrollo de las plantas si no se optimiza su uso. Asimismo, el agua es un agente particularmente activo en la degradación de los recursos naturales disponibles, sobre todo mediante la erosión hídrica. Por eso, aun en condiciones de temporal es indispensable un adecuado manejo del agua en los agroecosistemas tropicales (Scopel, 1995).

Un buen manejo del agua en zonas de temporal irregular es la forma de conservarla. Conservar el agua aumenta su disponibilidad para los cultivos y al mismo tiempo reduce la erosión hídrica. Una de las formas más eficientes de conservar el agua y, por tanto, el suelo, es aumentar la cobertura de éste (Shaxson et al., 1989). Una cobertura apropiada del suelo lo protege contra el impacto directo de la lluvia, aumenta la infiltración, que reduce el escurrimiento y la consecuente erosión del suelo, e incrementa la disponibilidad de agua para los cultivos. Asimismo, la cobertura del suelo reduce las pérdidas de agua por evaporación.

La conservación de residuos, mejor conocida como labranza de conservación, es una tecnología que reúne estas características, ya que propone el uso de los residuos de la cosecha anterior como mantillo protector del

suelo y reduce al mínimo el movimiento del suelo para no destruir esta capa protectora. Las principales ventajas de esta tecnología son la conservación del suelo y del agua. Esta técnica también podría disminuir los costos de producción en forma considerable, lo que fomentaría la eficiencia y competitividad de los agricultores.

En el estado de Jalisco existen varias instituciones con experiencia en el desarrollo y la promoción de la conservación de residuos. En algunas zonas ya se emplea esta tecnología como práctica de producción, por ejemplo en las regiones de Ameca, al norte de Jalisco (véase Mendoza et al., 1992) y Ciudad Guzmán, al sur (véase Valdez et al., 1993). Sin embargo, aun en estas regiones donde se utiliza la tecnología, las superficies continúan siendo limitadas. *¿A qué se debe el uso limitado de la tecnología si parece tan promisorio?* Existen varias explicaciones posibles a nivel tanto agroecológico como socioeconómico. Aunque algunas instituciones ya promueven la conservación de residuos, hace falta mayor información para adecuarla a las condiciones ambientales de México y definir dónde tendría mayor potencial.

El INIFAP, el CIMMYT y el CIRAD colaboran en un proyecto de investigación para caracterizar mejor el potencial de la tecnología de conservación de residuos en México (véase Scopel, 1995). El énfasis inicial del proyecto fue la investigación agronómica dirigida a generar un mejor entendimiento de las interacciones entre la tecnología y las condiciones ambientales.

Un área de particular interés dentro del proyecto en conjunto es la zona de estudio de Ciudad Guzmán y San Gabriel, en el sur del estado de Jalisco, ya que incluye diferentes ambientes agroecológicos en la misma región. El trabajo agronómico en esta zona hizo énfasis en el mejoramiento de la eficiencia del uso del agua y, por ende, en mejorar el funcionamiento del sistema. Sin embargo, hasta la realización de este proyecto, existía un vacío relativo¹ de información sobre los aspectos socioeconómicos tanto de los sistemas de producción como del potencial socioeconómico de la tecnología dentro de éstos en la misma zona. Para resolver el problema de la falta de información, se realizó una encuesta formal en 1995 y, con base en los resultados obtenidos, se prepararon dos informes. El primer informe (Erenstein et al., 1997) caracteriza la variabilidad de los sistemas de producción en la zona de estudio y presenta una tipificación inicial a nivel de finca, así como una descripción de las prácticas de manejo del maíz a nivel parcela. El maíz es el principal cultivo en la zona.

En este informe se evalúa específicamente el potencial de la tecnología de conservación de residuos dentro de estos sistemas de producción. *¿Cuál es el grado actual de adopción de esta tecnología? ¿Qué factores ayudarían a promover su adopción y cuáles lo limitarían?* Este trabajo pretende responder a estas preguntas en la zona de estudio. Los objetivos principales son:

- Identificar y describir los factores específicos que afectan la eventual adopción de la conservación de residuos en los sistemas de producción en la zona de estudio;

- Cuantificar los factores en términos económicos, desde el punto de vista del productor.
- Hacer recomendaciones útiles a los formuladores de políticas y a los encargados de la investigación y la extensión.

En la siguiente sección se presenta un resumen de la descripción de los sistemas de producción de maíz. La tercera sección aborda en mayor detalle la tecnología de la conservación de residuos, el conocimiento actual de ésta por parte de los productores y los factores que influyen en la disponibilidad de los residuos en la zona de estudio. La cuarta parte describe los cambios que los productores necesitarían hacer para conservar los residuos en sus parcelas. La quinta sección examina estos cambios en términos de costos y beneficios. La última sección presenta las conclusiones y recomendaciones.

Sistemas de producción de maíz²

La zona de estudio

La zona de estudio se localiza en la parte centro-occidental del país, en el sureste del estado de Jalisco, y abarca la superficie laborable de los municipios de Ciudad Guzmán y San Gabriel (Figura 1). Los dos municipios son principalmente agrícolas y forman parte del Distrito de Desarrollo Rural No. 7 de Ciudad Guzmán. Se encuentran separados por la sierra del volcán de Colima, lo cual crea diferencias agroecológicas y socioeconómicas considerables.³

El área de Ciudad Guzmán es una llanura extensa situada a 1,500 msnm, rodeada por

¹ Relativo, porque sólo se hizo un diagnóstico informal en la zona de Ciudad Guzmán (Valdez et al., 1993).

² Para el informe completo, véase Erenstein et al., 1997.

³ Los dos párrafos siguientes se tomaron principalmente de Scopel (1995a).

sierras de aproximadamente 2,000 msnm. Las características físicas son prácticamente homogéneas, con condiciones pluviométricas muy favorables (800-1000 mm bien distribuidos en todo el ciclo de cultivo). El contexto socioeconómico también es favorable. Ciudad Guzmán es la cabecera municipal; es una ciudad grande y desarrollada que cuenta con todos los servicios y varias agroindustrias. La zona es dinámica debido, entre otras cosas, a las excelentes vías de comunicación que unen a Ciudad Guzmán con otros mercados, en especial con Guadalajara. La actividad con ganado bovino de producción lechera está bien establecida y el cultivo de maíz es intensivo.

Las características físicas del área de San Gabriel son más variables. La zona comprende una amplia llanura con varias ondulaciones

que se extiende desde las faldas del volcán de Colima hasta la planicie del siguiente distrito. Esta llanura se divide en:

- una parte alta (1300-1500 msnm) con condiciones pluviométricas favorables (600-800 mm bien distribuidos durante el ciclo de cultivo); y
- una parte baja (900-1300 msnm) mucho más seca (400-600 mm con serios problemas de distribución durante el ciclo de cultivo).

El contexto socioeconómico de San Gabriel es menos favorable. La zona se encuentra más aislada debido a su topografía. La ganadería bovina está en vías de expansión principalmente como una forma de capitalización de las explotaciones y para surtir el mercado de carne. El maíz se cultiva con cierto grado de intensificación y los resultados son extremadamente variables.

Para este estudio se seleccionaron dos zonas agroecológicas:⁴

- la zona de (relativamente) buen temporal, que abarca toda la región de Ciudad Guzmán y la parte alta de San Gabriel; y
- la zona de mal temporal, que comprende la parte baja de San Gabriel.

La información que se presenta en esta sección fue recopilada mediante una encuesta formal realizada a fines de la temporada seca de 1995. Entre los dos municipios hubo un total de 1,876 productores en el marco de muestreo. De éstos, se seleccionaron 141 al azar, con base en una muestra estratificada por municipio y tipo de propiedad y una fracción de muestreo de 7.5%. La encuesta recopiló información a nivel de finca y a nivel de parcela, basándose en el manejo del cultivo (para mayor información, véase Erenstein et al., 1997).

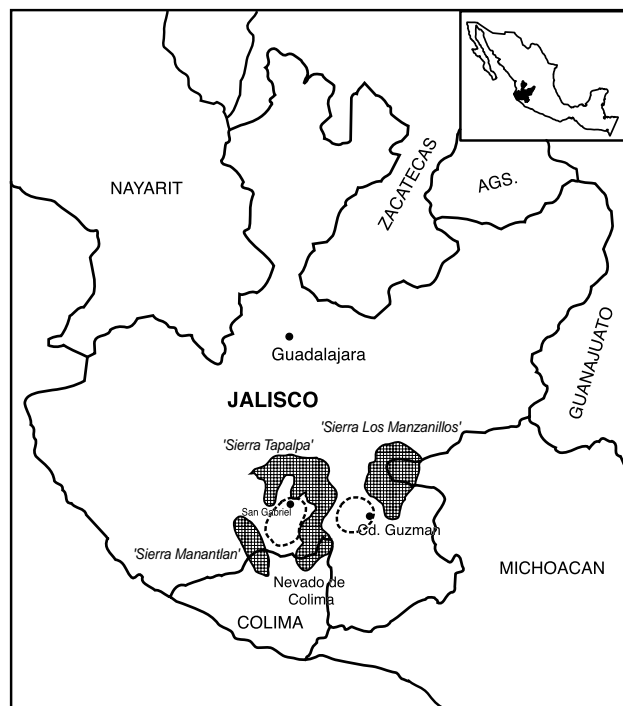


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en Ciudad Guzmán y San Gabriel.

⁴ La caracterización inicial (Erenstein et al., 1997) incluyó cuatro zonas agroecológicas y dividió las regiones de Ciudad Guzmán y San Gabriel en una zona de buen y mal temporal.

Los sistemas de producción

La superficie laborable (90%) en la zona de estudio es básicamente de temporal, y el cultivo de maíz es el principal componente de los sistemas de producción. El 95% de los productores cultivó maíz en el ciclo primavera-verano 1994 (PV-94).⁵ El cultivo de maíz —como unicultivo generalmente— constituye el principal uso que se da a la tierra y corresponde a 79% de la superficie laborable bajo uso propio; el pasto ocupa 15%, y el 6% restante se divide entre cultivos forrajeros como la alfalfa, hortalizas, huertos frutales y otros cultivos anuales como el sorgo.

La producción de maíz se destina a la venta y representa una importante fuente de ingresos y empleo en la zona. En general, la producción bovina de carne complementa la producción de maíz y los residuos de la cosecha constituyen una fuente importante de forraje en la temporada seca. La producción bovina de leche es intensiva y depende menos de la producción de maíz.

Con base en la escala de producción⁶ y los principales productos,⁷ se puede generar una tipología de sistemas de producción, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Pequeños agricultores (31%);
- Pequeños ganaderos (17%);
- Agricultores a gran escala (18%);
- Ganaderos a gran escala (16%);
- Lecheros (18%)

El principal ingreso agropecuario de los agricultores proviene del cultivo del maíz, en tanto que los ganaderos obtienen ingresos de la producción pecuaria además del cultivo de maíz. Los lecheros pertenecen a una clase especial por la substancial producción de leche, que obviamente influye en las decisiones de manejo, capitalización, ingresos y gastos. Sin embargo, es importante mencionar que la mayoría de los productores (81%) es propietario de alguna cabeza de ganado. En promedio, el hato es de 19 unidades animales (UA)⁸ por finca, principalmente bovinos (86%).

Además de dedicar parte de la superficie laborable a pastos, y en menor grado a cultivos forrajeros, se pueden mencionar otras fuentes de forraje como el “agostadero”⁹ y los residuos de maíz. Para aminorar las diferencias entre la oferta y la demanda de residuos, existe un mercado activo para comercializar el rastrojo, en el que 36% de los productores reportan ventas (común entre los agricultores) y 28% reportan compras (común entre los estratos ganaderos). La forma más común de comercializar el rastrojo es en pie (67%), mientras que molerlo (26%) o empacarlo (10%) para su aprovechamiento posterior es menos usual.¹⁰

El arriendo de terrenos es relativamente común. Aproximadamente la cuarta parte de los participantes en la encuesta arriendan más de la mitad de los terrenos que cultivan, lo que significa que más de la tercera parte de la

⁵ Este es el principal ciclo agrícola de temporal, generalmente con lluvias de mayo/junio a octubre.

⁶ Se empleó un umbral de 15 hectáreas para diferenciar entre pequeña y gran escala.

⁷ Se empleó un umbral de cinco unidades animales para distinguir entre agricultores y ganaderos; para distinguir a los productores de leche de los demás ganaderos (de carne o mixto), se empleó un umbral adicional de 50 litros de leche diarios en la temporada.

⁸ Una unidad animal equivale a una vaca adulta.

⁹ Los cerros con vegetación natural que se utilizan como potreros.

¹⁰ No suma 100% porque en algunos casos se comercializó en más de una forma.

superficie de una finca promedio (39 ha) es arrendada. Por lo general, la renta (60%) se paga en efectivo y la cantidad nominal equivale al monto determinado por PROCAMPO.¹¹ La medianería (25%) es otra forma de arriendo.¹² El arriendo de terrenos es común sobre todo entre los ganaderos a gran escala y los lecheros.

La familia es la principal fuente de mano de obra agrícola. Sin embargo, la mano de obra familiar se complementa con la de trabajadores eventuales (63%), aunque hasta 19% de los agricultores informó que empleaba peones permanentes. Es común también tener otras fuentes de ingresos para complementar la producción agropecuaria. Las más comunes incluyen el trabajo fuera de la finca (41%), la emigración de algún familiar a los Estados Unidos (38%), o algún tipo de negocio (25%).

La capitalización de los sistemas de producción es variable: dos tercios de los productores tienen algún vehículo de transporte y aproximadamente un tercio, acceso a un tractor. Como es de suponerse, la posesión de vehículos y tractores es más común entre los productores a gran escala y los lecheros.

En los últimos años, 40% de los productores ha recibido la visita de algún técnico, mientras que un número similar pertenece a alguna asociación campesina. El 60% de los productores ha trabajado con crédito. Las principales fuentes de crédito que se reportaron incluyen los bancos (común entre los estratos a gran escala y los lecheros) y el crédito de palabra (común entre los pequeños productores).

Los sistemas de cultivo de maíz

Los sistemas de cultivo de maíz requieren muchos insumos (mecanización, semilla, agroquímicos), y en general se basan en el monocultivo. Comúnmente, la preparación del terreno en general se realiza por medio de una o más pasadas de la rastra (92%). Aproximadamente la mitad de los productores también barbechan y/o queman antes de pasar la rastra. La preparación del terreno es mecanizada (88%); las otras operaciones se han mecanizado en menor grado (por ejemplo, 52% de los productores reportó el uso de sembradoras y 37% de cosechadoras en el ciclo PV-94). Sin embargo, el uso de tracción animal sigue siendo común en la siembra (44%) y el control de malezas (57%), sobre todo entre los pequeños productores.

Aproximadamente dos terceras partes de los productores utilizan semilla mejorada. La gran mayoría emplea fertilizantes (97%) y herbicidas (80%). La fertilización se basa en el uso del nitrógeno (96% de los productores lo usan) y el fósforo (71%), con un promedio global de 157 kg de N y 43 kg de P_2O_5 por hectárea. El uso de potasio es poco común (10%, con un promedio global de 5 kg de K_2O por hectárea). El empleo de herbicidas se basa en la aplicación de productos de control preemergente (65%). Aproximadamente la mitad (53%) de los productores aplicaron insecticidas, especialmente en la siembra (35%).

Las marcadas diferencias agroecológicas en la zona de estudio influyen directamente en el manejo del sistema de cultivo de maíz. Como era de esperar, los productores en la zona de

¹¹ Programa de apoyo al campo para aminorar el efecto de la liberación de los precios de productos básicos en relación con el Tratado de Libre Comercio (TLC). En el ciclo primavera-verano (PV) 1994, esto correspondía al pago de M\$350 por hectárea de maíz.

¹² Por este tipo de arreglo se establece que el arrendador aporte el terreno, el arrendatario los insumos y la mano de obra y, por último, ambos acuerdan la repartición del producto primario y los residuos.

buen temporal tienden a emplear un sistema más intensivo que en la zona de mal temporal (Cuadro 1).

El ciclo PV-94 fue relativamente seco y se reportó¹³ en promedio una cosecha de 1.8 t/ha de grano, que contrasta con los rendimientos promedio de 2.6-2.7 toneladas de los dos años anteriores. En años regulares se obtienen 2.5 t/ha, y en años buenos, hasta 3.7 t/ha. En años malos, el rendimiento promedio es de únicamente 1.1 t/ha. No obstante, estos resultados encubren una notable diferencia entre las dos zonas de temporal (Cuadro 1).

El cultivo de maíz no resultó económicamente atractivo para los productores en el ciclo PV-94, por la combinación de elevados niveles de insumos y bajos rendimientos, ocasionados por

la sequía. Aunque en general se logró un valor agregado positivo —recuperándose así los gastos en efectivo—, el beneficio neto fue negativo.¹⁴ En años regulares y buenos, los diversos indicadores de retorno son un poco más favorables.

De esta caracterización inicial se resalta la necesidad de reducir el uso de insumos, con el propósito de disminuir los costos de producción. Asimismo, a fin de disminuir los riesgos de producción, será necesario reducir la susceptibilidad de los rendimientos a la incidencia de la sequía. Según parece, la tecnología de conservación de residuos reúne estas dos características, ya que tiene la posibilidad de reducir los costos de producción y aumentar la conservación del agua. En las siguientes secciones se evalúan las

Cuadro 1. Algunas características de los sistemas de cultivo de maíz.

	Muestra total	Zona de buen temporal	Zona de mal temporal	Probabilidad
Preparación del terreno				
Quema (% casos)	55			NS
Barbecho (% casos)	44	50	18	.00
Rastra (#/ha)	1.5	1.5	1.2	.01
Labranza mínima (%)*	47	41	77	.00
Siembra (% casos)				
Semilla mejorada	65	70	45	0.1
Intercultivo**	28	21	64	.00
Fertilización (kg/ha)				
N	157	170	89	.00
P ₂ O ₅	43			NS
Control de malezas (% casos)				
Algún herbicida	78	83	55	.02
Algún preemergente	65	71	32	.00
Rendimiento (t/ha)				
PV-94	1.8	2.1	0.3	.00
Año bueno	3.7	4.1	2.0	.00
Año regular	2.5	2.8	1.25	.00
Año malo	1.1	1.25	0.25	.00

* Un máximo de dos rastreadas y sin usar el arado, es decir, sin inversión de suelo.

** Principalmente calabaza; frijol en menor grado.

¹³ Todos los rendimientos son estimaciones del agricultor sobre su producción por parcela.

¹⁴ Esta pérdida implica que la remuneración de los recursos invertidos no cubrió los costos de oportunidad estimados.

posibilidades de realizar este potencial en la zona de estudio. En vista de las pronunciadas diferencias agroecológicas, se hizo una clasificación de zonas de (relativamente) buen y mal temporal.

La conservación de residuos

La tecnología de conservación de residuos

Esta tecnología propone utilizar los residuos de la cosecha como mantillo protector del suelo después de la siembra. Originalmente se utilizó como una medida para conservar el suelo, pero los beneficios más evidentes de su adopción a corto plazo tienen que ver con la conservación del agua y la posible reducción de los costos de producción.

Varios estudios coinciden (por ejemplo, Shaxson et al., 1989; Lal, 1989; Hudson, 1995) en que la manera más eficaz de proteger el suelo contra la erosión hídrica, es mantenerlo cubierto con un mantillo. Esta capa protege al suelo contra salpicaduras, principal factor de desprendimiento de partículas del suelo. El mantillo también aumenta la infiltración de agua, reduciendo así el principal proceso de transporte de las partículas por escurrimiento.

Asimismo, la presencia del mantillo contribuye a una mayor conservación del agua, la cual resulta benéfica para la producción, cuando este elemento es un factor limitante. Esta situación es especialmente evidente en la zona de mal temporal de la zona de estudio. Scopel (1995, 1996) demuestra que la labranza cero con conservación de residuos como mantillo aumentó el rendimiento de grano en 75% en promedio, en comparación con la labranza convencional en esta zona.¹⁶ Este incremento

en el rendimiento está asociado principalmente con una mayor conservación del agua (id). Por el contrario, experimentos simultáneos en la zona de buen temporal muestran un incremento marginal en favor de la labranza cero con conservación de residuos (id).

La tecnología es más conocida como labranza de conservación, aunque existe confusión respecto a su terminología (Erenstein, 1996), principalmente porque es una expresión genérica que abarca muchas prácticas y sistemas diferentes (Mannering y Fenster, 1983), y porque hace demasiado énfasis en la labranza. Este término tuvo su origen en los sistemas de producción en Estados Unidos, donde la incorporación por medio del laboreo es el principal destino de los residuos. De hecho, un artículo que resume los avances de la labranza de conservación en los Estados Unidos (Sandretto, 1996), menciona que el laboreo y el cultivo anterior son los dos principales factores que influyen en la disponibilidad de residuos como mantillo. En los sistemas de producción en el trópico, y en particular en la zona de estudio, el laboreo es sólo uno de los diversos factores que determinan su disponibilidad.

Para clasificar un sistema de conservación de residuos, se utiliza con frecuencia un umbral de cobertura del suelo de por lo menos 30% (CTIC, 1994). Esto equivale a aproximadamente dos toneladas de residuos por hectárea (Tripp y Barreto, 1993). Scopel y Chávez (1996) investigaron las implicaciones de la conservación con diferentes cantidades de mantillo y, con base en los resultados preliminares de esa investigación, proponen reducir el umbral, de 2.0 a 1.5 toneladas, en las zonas donde los residuos son escasos. Sin embargo, Scopel y Chávez (1996) también

¹⁶ Durante dos años, (PV-94 y PV-95), y en dos sitios experimentales. Rendimiento promedio con labranza convencional: 1,250 kg/ha; rendimiento promedio estimado con labranza cero y 2.0 toneladas de residuos: 2,200 kg/ha.

señalan que el grado de cobertura difiere según la clase de residuos; por ejemplo, con residuos nuevos, el grado de cobertura es alto; con residuos semidescompuestos o intensamente pastoreados, relativamente bajo. Como el pastoreo es relativamente común en la zona de estudio, se conserva el umbral original de dos toneladas por hectárea para formar un mantillo adecuado.

Conocimiento de la tecnología

La adopción actual de la tecnología de conservación de residuos aún es mínima (aproximadamente 1%) en la zona de estudio, aunque sí se conoce con otros nombres, como siembra directa en los residuos de la cosecha anterior. El 64% de los productores dijo haber oído de esta práctica. Sin embargo, sólo 36% de los pequeños agricultores había oído acerca de

la práctica, lo que contrasta con 82% de los ganaderos a gran escala y 92% de los lecheros (Cuadro 2). La tecnología es más conocida en la zona de buen temporal (69%) que en la zona de mal temporal (42%, $p:.01$). No obstante, de los productores que dijeron conocerla, 30% no sabía con exactitud cuál era su uso,¹⁶ y sólo 12% indicó que la empleaba, o que la había empleado.¹⁷ Es interesante notar que los otros estratos ganaderos no habían oído de la práctica, en tanto que la mayoría de los que sí la conocían, se concentraba en el estrato de agricultores a gran escala, todos en la zona de buen temporal.

Los productores que habían oído de la tecnología subrayaron que 1) los residuos abonan el suelo (36%) y 2) la tecnología conserva el suelo (o sea, disminuye la erosión,

Cuadro 2. Conocimiento de la labranza de conservación.

	Muestra total	Subgrupos				Lecheros	Probabilidad
		Pequeños agricultores	Pequeños ganaderos	Agricultores a gran escala	Ganaderos a gran escala		
Ha oído de la siembra directa en los residuos (% casos)	64	36	63	71	82	92	.00
Sirve para (% casos que saben, n=55) ^a :							
- Abonar el suelo	36	78	78	0	55	0	NR
- Cuidar el suelo	27	11	0	62	27	23	NR
- Reducir gastos	13	0	0	31	9	15	NR
- Guardar humedad	11	0	0	23	27	0	NR
- Otra/no sabe	29	11	22	31	9	62	NR
Problemas (% casos que saben, n=64) ^a :							
- Disponibilidad de equipo	64	46	46	78	71	77	NR
- Plagas y malezas	25						NR
- Factores ambientales	14						NR
- Otra	11						NR

^a No suma 100 debido a que existen combinaciones de respuestas.

¹⁶ Incluye 11% que sólo mencionó haber observado la práctica en alguna parcela.

¹⁷ Un 9% de los que conocen la tecnología considera que la usa actualmente; 2% consideró que la usó en el pasado. Sin embargo, "considerar que usa" no significa necesariamente que aplicó la tecnología en forma adecuada, debido a que generalmente no se satisface el umbral de cobertura en la zona.

27%). Un 13% mencionó la posibilidad de reducir gastos y 11% la posibilidad de conservar la humedad del suelo. Los pequeños productores indicaron que los residuos abonan el suelo; los agricultores a gran escala hicieron más énfasis en el control de la erosión (Cuadro 2). Pese a que casi todos los lecheros habían oído de la tecnología, la mayoría no pudo explicar exactamente en qué consistía.

Asimismo, se señalaron varios inconvenientes de la tecnología. El problema que se mencionó con mayor frecuencia (64% de los productores que la conocen) fue la disponibilidad de equipo/maquinaria —principalmente sembradoras directas; en algunos casos, porque los agricultores ya contaban con otra clase de equipo. Este argumento fue más común entre los productores a gran escala y los lecheros (70-80%) que entre los pequeños productores (menos de 50%). Esto está directamente relacionado con la práctica que emplean para sembrar. Los productores a gran escala siembran, en general, en forma mecanizada; los lecheros, con tracción animal (véase Erenstein et al., 1997).

Otro problema reportado fue una mayor incidencia de plagas y malezas (25%). La opinión de 14% de los entrevistados fue que la tecnología no era apta para los ambientes menos favorables, sobre todo porque, según los productores, ésta es útil únicamente en terrenos planos con buen suelo. Un 11% mencionó alguna otra razón, generalmente basándose en el limitado conocimiento que tenían de la tecnología.

El balance de residuos

La tecnología en cuestión propone el uso de los residuos de la cosecha anterior como mantillo protector del suelo. Sin embargo, existen varios factores que influyen en su disponibilidad, ya sea en la producción o al crear destinos alternativos. La producción (P) y sus diferentes destinos (D) pueden reunirse en un balance de residuos (Erenstein, 1996), el cual se puede expresar de la siguiente manera:

$$P = D^M + D^Q + D^I + D^D + D^E \quad (1)$$

donde:

- P: producción
- D^M: mantillo
- D^Q: quema
- D^I: incorporación
- D^E: extracción
- D^D: desgaste

En cada localidad o parcela, la suma de todos los posibles destinos de los residuos corresponde a la producción *in situ*. Aunque teóricamente existe la opción de importar residuos producidos *ex situ* a la parcela, esta opción no es viable económicamente a escala de producción para formar un mantillo adecuado (véanse, por ejemplo, Lal, 1989; Thurston, 1992; Erenstein y Cadena, 1997).^{18,19} Asimismo debe aclararse que muchos de los destinos (con excepción del mantillo) son irreversibles y, por lo tanto, dependientes de su secuencia cronológica. Por ejemplo, si se ha quemado la mayor parte de los residuos durante la preparación del terreno, éstos, obviamente, ya no podrán incorporarse después. En caso de no quemar, la parte que se incorporará será mayor, *ceteris paribus*. A continuación se revisan en mayor detalle los diferentes componentes del balance según la zona de estudio.

¹⁸ Una excepción fue reportada por Reij (1994) en una zona de Burkina Faso, Africa, donde ciertos productores cortaban pasto producido *ex situ* a finales de la época seca para aplicarlo como mantillo en sus parcelas.

¹⁹ Esto no significa que no exista un mercado de residuos en la zona. El 28% de los productores compraron residuos en pie para pastorear su ganado y satisfacer sus requerimientos de forraje. No obstante, los productores no trasladan los residuos a sus parcelas, sino su ganado a las parcelas.

La producción

En un año regular, el rendimiento promedio en la zona de estudio es de 2.5 t/ha de grano. Tomando como base un índice de cosecha estimado de 38%, esto equivale a la producción de casi 4.0 t/ha de residuos. Sin embargo, existen grandes diferencias en las condiciones de temporal en la zona y, por consiguiente, en los niveles de producción de biomasa. Las diferencias de temporal influyen también en el índice de cosecha (es decir, en la distribución de biomasa entre grano y residuos), según las variedades cultivadas y la incidencia de sequía.

En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento de grano reportado por los productores en las dos zonas de temporal, correspondiente a diversos tipos de año: buenos, regulares y malos (véase Erenstein et al., 1997). Además de las diferencias en el rendimiento, existen otras relacionadas con los índices de cosecha. Por ejemplo, en la zona de mal temporal es común (59%) el uso de variedades criollas (contra 30% en la zona de buen temporal). También es de esperarse que entre los diferentes tipos de año existan variaciones en el índice de cosecha, el cual es menos favorable en los años relativamente malos.

Con base en los rendimientos de grano y las estimaciones de los índices de cosecha correspondientes, en el Cuadro 3 se muestran

las respectivas estimaciones de producción de residuos. En la zona de buen temporal, la producción sería de aproximadamente 4.0 toneladas, de hasta 5.0 en un año bueno, y únicamente de 3.0 en un año malo.

Evidentemente, la situación es menos favorable en la zona de mal temporal, ya que se obtiene un promedio de 3.0 toneladas en un año regular, de casi 4.0 en años buenos y menos de 1.0 toneladas en años malos.

En relación con estas estimaciones, debe aclararse que:

- estas cantidades no incluyen la biomasa de malezas presentes en la parcela;
- si los productores por alguna razón subestimaron sus rendimientos, esto significa también que subestimaron la cantidad de residuos.

Por lo tanto, los niveles reales de producción de residuos, incluyendo malezas, quizá sean más favorables (Scopel, com. pers.).

Considerando la producción estimada de residuos, será imposible que un productor en la zona de mal temporal satisfaga el umbral de dos toneladas y obtenga una cantidad adecuada de mantillo en un año malo.²⁰ En los otros tipos de año, en la zona de buen temporal, los residuos que se obtienen sí son suficientes para satisfacer el umbral, aunque el potencial depende de los destinos alternativos.

Cuadro 3. Producción de residuos.

		Año		
		Bueno	Regular	Malo
Buen temporal ^a	Índice cosecha ^c (%)	45	40	30
	Rendimiento grano ^d (t/ha)	4.1	2.8	1.25
	Rendimiento residuos ^c (t/ha)	5.0	4.2	2.9
Mal temporal ^b	Índice cosecha ^c (%)	35	30	20
	Rendimiento grano ^d (t/ha)	2.0	1.25	0.25
	Rendimiento residuos ^c (t/ha)	3.7	2.9	0.9

^a n=112; ^b n=22; ^c Estimación; ^d Resultado de la encuesta.

²⁰ Un año “malo” se caracteriza por la combinación de factores negativos, no solo ecológicos como la sequía, sino también por cuestiones de manejo, como la aplicación tardía por falta de recursos. Es poco probable que la combinación de factores afecte de igual manera a todos los productores al *mismo tiempo* (Scopel, com. pers.).

La quema

Esta es una práctica tradicional muy efectiva para eliminar los residuos. Se estima que una buena quema elimina hasta 90%. Esta práctica es uno de los primeros pasos en la preparación del terreno para la siembra. Antes del ciclo de cultivo, que coincide con el final de la época seca, se prende fuego al excedente²¹ de biomasa seca en la parcela. En el PV-94, 55% de los productores quemó el excedente de los residuos en su parcela como parte de la preparación del terreno. A nivel agregado, el uso de esta práctica parece similar en las dos zonas de temporal.²²

La incorporación

Los residuos se incorporan cuando se laborea el suelo. El grado de incorporación depende de las prácticas de labranza primaria que, a la vez, se derivan del sistema de labor. En la zona de estudio se emplean varios sistemas de labor: totalmente mecanizados, parcialmente mecanizados, con tracción animal y manuales (Cuadro 4). Cada uno se caracteriza, por un lado, por el grado de mecanización de la labranza primaria y, por el otro, por la siembra.

La labranza primaria mecanizada incorpora una parte considerable de residuos durante la

preparación del terreno, en tanto que la labranza primaria manual se caracteriza por una incorporación mínima. Igualmente, la labranza primaria con tracción animal ocupa un lugar intermedio, pero su incorporación es aún limitada.

Como en la zona de estudio predominan los sistemas total y parcialmente mecanizados (en casi 90% de los casos), el resto del estudio se centra en ellos. Las dos zonas de temporal también se distinguen por los sistemas de labor. En la zona de buen temporal predomina el sistema totalmente mecanizado (54%), y en la zona de mal temporal, el sistema parcial (64%).

El grado de incorporación durante la labranza primaria mecanizada depende de los métodos empleados, por ejemplo, los instrumentos utilizados, el número de pasadas y la profundidad y rapidez de las labores (ACC y CTIC 1994). El barbecho mecanizado resulta especialmente eficaz para incorporar los residuos al voltear el suelo; se estima que una pasada con arado de discos incorpora entre 80 y 90% de los residuos. Las labores mecanizadas con la rastra de discos incorporan una cantidad menor; dos rastreadas incorporan aproximadamente 50%.

Cuadro 4. La incidencia de diferentes sistemas de labor en la zona de estudio.

Sistema de labor	Labranza primaria	Siembra	Incidencia (%)
Sistemas totalmente mecanizados	Mecanizada	Mecanizada	51.5
Sistemas parcialmente mecanizados	Mecanizada	Tracción animal ("tapa pie")	36.6
Sistemas de tracción animal	Tracción animal	Tracción animal ("tapa pie")	7.5
Sistemas manuales	Manual	Manual ("espeque")	4.5

²¹ Sobrante de los residuos al final de la temporada seca, después del desgaste y la eventual extracción productiva (véase a continuación).

²² Sin embargo, la zonificación en términos de temporal encubre una marcada concentración de esta práctica en el área de buen temporal de San Gabriel (donde 79% quema, comparado con sólo 18% en el resto de la zona de buen temporal en Ciudad Guzmán y 55% en la zona de mal temporal). Esto posiblemente se asocia con el laboreo más intensivo en la zona de Ciudad Guzmán y con la escasa presencia de residuos en la preparación del terreno en la zona de mal temporal.

El laboreo es intensivo en las zonas de buen temporal —normalmente incluye barbecho y varias pasadas de la rastra—, lo que resulta en una incorporación substancial. En las zonas de mal temporal predomina la labranza mínima, por lo que la incorporación no es substancial.

La extracción

La extracción productiva es el uso de los residuos como forraje. El rastrojo de maíz es una fuente importante de forraje durante la temporada seca en la zona de estudio. De hecho, la mayoría (94%) de los productores utilizó los residuos de maíz en su parcela como forraje para su ganado o para venderlo. El 88% de los productores entrevistados informaron que la principal forma de extracción en esa zona es el pastoreo en la parcela durante la temporada seca. Esta práctica es la única forma de aprovechamiento en la zona de mal temporal. Asimismo, el pastoreo es ligeramente más común en esta zona (95%) que en la de buen temporal (86%). En la zona de buen temporal también existen otras formas de aprovechamiento fuera de la parcela, como moler (reportada por 24% de los agricultores), empacar (7%) y recolectar en forma manual (6%), lo que en general está relacionado con una ganadería más intensiva (como la producción de leche en esta zona).

Con base en elaboradas estimaciones (véase el Anexo A), se calcula que la cantidad total extraída después del ciclo PV-94 fue de 1.8 t/ha de residuos en la zona de buen temporal y poco

más de media tonelada (0.6 t) en la de mal temporal. Se estima que los niveles de extracción son representativos de los diferentes tipos de años.²³

El desgaste

El desgaste constituye la desaparición natural de los residuos a través del tiempo, por la descomposición biológica y remoción natural (eólica e hídrica). Aunque no existen aún datos precisos de la zona de estudio, se estima que 10% de los residuos desaparecen a consecuencia del desgaste que ocurre entre los ciclos de cultivo (similar a Erenstein y Cadena, 1997). Este desgaste es menor durante la estación seca, ya que la escasez de agua reduce la actividad biológica en la superficie del suelo donde se encuentran los residuos.²⁴

Cambios requeridos para la conservación de residuos

En el último capítulo se hace una revisión del comportamiento de cada uno de los componentes del balance de los residuos en la zona de estudio, en las condiciones de manejo actuales. El panel A de la Figura 4 incluye estos componentes y presenta el balance de residuos actual para una parcela típica,²⁵ en cada una de las zonas de temporal y en los diferentes tipos de años. Los diferentes destinos están incluidos en cada columna, en tanto que la producción de residuos es la suma de los diferentes destinos, es decir, la totalidad de la columna.

²³ Probablemente la extracción, en términos de proporciones, sí sea mayor después del PV-94 que en años regulares, por la poca disponibilidad de residuos (en relación con la sequía). Sin embargo, respecto a las cantidades físicas consumidas no se prevén grandes diferencias.

²⁴ Durante el ciclo de cultivo el desgaste es mayor. Scopel y Chávez (1996), por ejemplo, estiman que la cobertura de los residuos se reduce en una tercera parte, o más, durante el ciclo de cultivo en la zona de estudio con diferentes cantidades de residuos. Esta reducción de cobertura está relacionada con el desgaste principalmente.

²⁵ Usando los valores típicos para cada destino, es decir, en la zona de buen temporal el desgaste es de 10%; la extracción promedio es de 1.8 t/ha, y se quema y se hace un laboreo intensivo. En la zona de mal temporal, el desgaste es también de 10% y se quema, pero la extracción promedio es de sólo 0.6 t/ha, y el laboreo es mínimo. El mantillo es residual en ambos casos.

De la figura se resalta que:

- la cantidad de residuos utilizada como mantillo en las condiciones actuales (para el productor típico) es marginal en ambas zonas y en los diferentes tipos de año. Esto coincide con la observación anterior acerca de que, en la situación actual, sólo 1% de los productores parece haber dejado suficientes residuos que pueden ser considerados como mantillo efectivo;
- la cantidad incorporada en las condiciones actuales también es marginal, debido principalmente a las prácticas de quema y extracción (ambas preceden a la incorporación en términos cronológicos).

La utilización de residuos siempre será residual en términos cronológicos, es decir, los otros destinos, así como la producción, determinarán la cantidad excedente para su posible uso como mantillo. Por tanto, si el productor quiere conservar suficientes residuos como mantillo, tendrá que adecuar los diferentes destinos de manera que sean compatibles con la conservación. Anteriormente se señaló que un mantillo (D_M) necesita, por lo menos, dos toneladas de residuos por hectárea para que sea efectivo. Así, podemos reorganizar la relación (1) y formular la siguiente condición para la conservación de residuos:

$$P - (D_E + D_Q + D_I + D_D) = 2 \quad (2)$$

Si se satisface esta condición, se habrán conservado suficientes residuos para formar un mantillo eficaz. En caso contrario, habrá que aumentar la producción (P) o reducir los destinos alternativos (suma de D_E , D_Q , D_I , y D_D), si es que se desea formar un mantillo adecuado. La conservación de residuos es incompatible con algunos de los destinos actuales en la zona de estudio. En especial, la

quema y el barbecho son incompatibles y tendrán que eliminarse de los sistemas de conservación. A continuación se revisará el potencial de los cambios requeridos e intentaremos calcular los posibles costos para el productor. Cuanto más altos sean los costos, mayor será el costo de oportunidad de la conservación de residuos, y la adopción de la tecnología será menos atractiva. Aquí se describen los cambios requeridos.

No quemar

La quema es incompatible con la labranza de conservación y tendrá que eliminarse, con el propósito de conservar residuos suficientes para formar un mantillo. Mas esta medida afectará a 55% de los agricultores. Por esa razón, antes de estudiar los posibles efectos de la adopción de la no quema, se observará en mayor detalle el empleo de esta práctica a través del tiempo.

La adopción en el tiempo

La adopción actual de una tecnología es un dato estático, mientras que la difusión muestra el aspecto dinámico de su empleo a través del tiempo. La Figura 2 muestra la difusión inicial observada y estimada de la no quema, así como la utilización de herbicidas y fertilizantes en la zona de estudio.²⁶ La difusión estimada refleja la curva logística, con base en los datos recopilados (CIMMYT 1993):

No quema: $Y_t = .7 / (1 + e^{+272.5 - 0.1367 * t})$ [$R^2: 0.92$];

Herbicida: $Y_t = 1 / (1 + e^{+368.4 - 0.1857 * t})$ [$R^2: 0.98$];

Fertilizante: $Y_t = 1 / (1 + e^{+336.8 - 0.1706 * t})$ [$R^2: 0.96$];

donde:

Y_t : es el porcentaje acumulativo de productores que han adoptado la tecnología en un tiempo t .

²⁶ Para este propósito, se determinó cuándo fue la primera vez que cada productor había usado la práctica.

La figura muestra que la difusión de la no quema es reciente; la curva sugiere que la difusión continuará en los próximos años. Las curvas de difusión de los fertilizantes y los herbicidas muestran que su adopción ya es general. La figura también muestra que la adopción de fertilizantes en general le lleva unos 10 años de delantera a la adopción de herbicidas y unos 20 a la de no quema.²⁷ La

tasa de difusión de fertilizantes y herbicidas es similar, pero la tasa de difusión de la no quema parece ser menos rápida.

Factores que influyen en la adopción

La quema es una práctica tradicional que elimina los residuos cuando se prepara el terreno para la próxima siembra. Los productores siguen empleando esta práctica por varias razones, pero principalmente para facilitar la siembra y controlar plagas y enfermedades.

La siembra. La razón principal de la quema es limpiar la parcela y facilitar el resto de la preparación del terreno y la siembra. No obstante, existen varios sistemas de labor en la zona de estudio que se caracterizan por los diferentes grados de incorporación de residuos y métodos de siembra. Aunque el propósito de la quema es similar en los diferentes sistemas de labor, las implicaciones de no emplearla sí difieren considerablemente. La incorporación ejerce gran influencia en las implicaciones de no quemar, ya que la incorporación se puede considerar como un sustituto de la quema: ambos son métodos para eliminar los residuos y dejar una cama de siembra limpia. Debido a que son sustitutos, las implicaciones de la siembra se retomarán en la siguiente sección, donde se describe en mayor detalle la necesidad de reducir la incorporación.

Las plagas y enfermedades.²⁸ La quema es una de las prácticas más tradicionales para el control de plagas y enfermedades (Thurston, 1992). En México también es común que los productores asocien la incidencia de varias

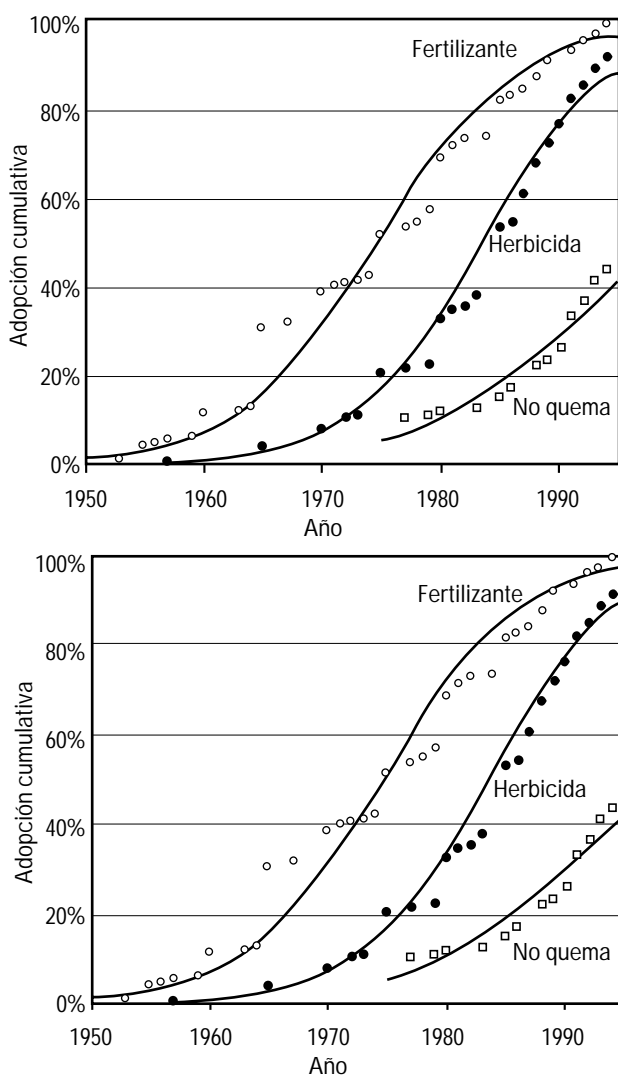


Figura 2. Difusión de fertilizantes, herbicidas y no quema.

²⁷ En promedio, los productores han empleado fertilizantes químicos desde hace unos 20 años; 93% ha empleado herbicidas desde hace 11 años. Los productores en la zona de buen temporal han utilizando estos insumos externos por más tiempo que los de la zona de mal temporal (promedio fertilizantes 21 y 15-16 años, respectivamente, p.:01; promedio herbicidas 12 y 7-8 años, respectivamente, p.:02).

²⁸ Los cambios relacionados con el control de malezas se detallan en la siguiente sección, que trata sobre la reducción de la incorporación.

plagas y enfermedades del maíz con la presencia de los residuos de este cultivo. La probabilidad de una mayor incidencia de plagas y enfermedades existe debido a que en la mayor parte de la zona de estudio se siembra maíz continuo con un solo cultivo por año. Sin embargo, dejar los residuos no sólo favorece la incidencia de plagas y enfermedades, sino también la de sus enemigos naturales, y ayuda a establecer un nuevo equilibrio. Algunos estudios en otras zonas reportaron una incidencia igual o menor de algunas plagas (por ejemplo, una disminución en la incidencia del gusano cogollero, según Violic et al., 1989), en tanto que otras aumentaron.

Respecto al problema de las plagas y enfermedades, hay tres indicadores que pueden considerarse: la incidencia, las medidas de control, preventivo o curativo, y el daño que causan. De preferencia, estos tres indicadores deben considerarse en conjunto por estar estrechamente vinculados (Figura 3). Por ejemplo, una menor incidencia puede ser resultado de un control más adecuado.

Se pueden aplicar estos indicadores a la zona de estudio para observar el posible efecto de la no quema:

1. **Incidencia de plagas y enfermedades:** El 62% de los productores informó de la incidencia de alguna plaga en su parcela de maíz durante el ciclo PV-94. Sin embargo, la diferencia encontrada en la incidencia entre los que emplearon la quema (60%) y los que no la emplearon (66%) no fue significativa. La plaga que más se reportó (37%) fue la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), cuya incidencia parece más común en parcelas no quemadas (aunque no de manera significativa, 43% contra 32%). Otras plagas comunes, como el gusano cogollero (14%) y

la pepelaca, un insecto no identificado que daña el follaje (11%), no mostraron ninguna relación obvia entre su incidencia y la práctica de la quema. Los roedores no fueron considerados como una plaga severa en la zona de estudio. Los productores no reportaron la incidencia de enfermedades como un problema, pero esto puede estar relacionado con la “invisibilidad” de algunas enfermedades (Bentley, 1992). Observaciones recientes de campo en la zona de estudio, por ejemplo, reportaron la incidencia de *Cercospora zea-maydis* (White, com. pers.). Incluso, la conservación de residuos parece favorecer la incidencia de esta enfermedad (Ortega, 1989).

2. **Control de plagas y enfermedades:** La mitad de los productores aplicaron algún insecticida (pre o postemergente), incluyendo a más de un tercio que aplicó algún insecticida preemergente con la semilla. Sin embargo, parece no haber relación entre la aplicación de insecticidas y la práctica de la quema. Otras prácticas de control de plagas y enfermedades del maíz son poco comunes en la zona de estudio (por ejemplo, la rotación de cultivos, el manejo integral de plagas, etc.).
3. **Daño de plagas y enfermedades:** El daño causado por plagas y enfermedades ocasiona disminución en los rendimientos. En el PV-94 no hubo diferencias

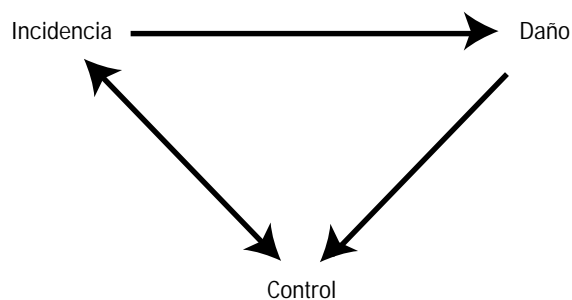


Figura 3. Relación entre los diferentes indicadores del problema sobre plagas y enfermedades.

significativas entre los rendimientos obtenidos en parcelas quemadas y no quemadas, aunque sí existe una tendencia en favor de la quema.²⁹

Los tres indicadores de la zona de estudio sugieren que la adopción previa de la no quema no aumentó (por el momento) los problemas causados por plagas y enfermedades. No obstante, podrían presentarse algunos otros problemas a los que deberá prestarse más atención en el futuro, como la gallina ciega y *Cercospora*, posiblemente. La adopción de la no quema parece no generar costos adicionales (substanciales) por el control de plagas y enfermedades, o por el daño que éstas causan a los cultivos.

Otras consideraciones

Para la adopción de la no quema no es suficiente el hecho de que los productores no quemen sus residuos. Siempre que uno de sus vecinos siga practicando la quema al preparar el terreno o regenerar la pastura, existe el riesgo de quemar accidentalmente el mantillo (“*se pasó la lumbre*”). A fin de asegurarse de que sus residuos no se quemen, el productor tendrá que invertir tiempo y esfuerzo adicionales para construir una guardarraya.³⁰ Para los adoptadores iniciales, esto eliminará el ahorro potencial de labores; pero una vez que esta práctica haya sido adoptada extensamente, sí se obtendrán ahorros, ya que no será necesario construir guardarrayas en las parcelas colindantes de productores que ya no queman.

El no quemar los residuos podría influir en la eficiencia en el uso del nitrógeno, mediante la inmovilización temporal y la volatilización permanente de este elemento (Barreto, 1989). La

inmovilización no parece ser una limitante importante si se consideran los niveles de aplicación de nitrógeno. Casi todos (96%) los productores aplican nitrógeno, lo que resulta en una tasa promedio de 90 kg/ha de N en la zona de mal temporal y de hasta 170 kg/ha en la de buen temporal. Por otro lado, la presencia del mantillo podría propiciar aun más la volatilización de este elemento. En la actualidad sólo se incorpora una porción de nitrógeno durante la siembra; el resto se aplica en la superficie, en forma manual principalmente. Las fuentes más comunes de nitrógeno, como el amonio de sulfato y la urea, también propician la volatilización.

Reducir la incorporación

El panel B de la Figura 4 representa gráficamente una estimación del balance de los residuos después de adoptar la no quema. Aun con la adopción de esta práctica, la disponibilidad de residuos como mantillo sigue siendo escasa, especialmente en la zona de buen temporal, donde al parecer la incorporación reemplazó a la quema. Esto demuestra que la quema y la incorporación se pueden considerar como sustitutos en los sistemas de labor: si no se quema, hay más incorporación y viceversa, *ceteris paribus*. Por lo tanto, será necesario reducir la incorporación en esta zona.

La disponibilidad de residuos en la zona de mal temporal aumenta al no quemar en los años regulares y buenos, y llega a ser de 1.3 y 1.8 toneladas, respectivamente. No obstante, las cantidades que se obtienen son aún insuficientes para formar un mantillo adecuado. La diferencia entre las dos zonas se debe principalmente a que el laboreo es menos

²⁹ Se trata de datos de encuesta; además, hubo muchas otras variables no controladas que influyeron en el rendimiento.

³⁰ Se estima que se ocupan dos jornales por hectárea para construir una guardarraya adecuada. El número de jornales requeridos depende, entre otras cosas, del contorno de la parcela, la superficie total y la amplitud que requiera la guardarraya.

intensivo en la zona de mal temporal. Sin embargo, si el laboreo es menos intensivo, también existen menos opciones para reducir la incorporación.

Factores que influyen en la adopción

El potencial para reducir la incorporación depende del sistema de labor, que se caracteriza por el grado de mecanización de la labranza primaria, por un lado, y de la siembra, por otro (Cuadro 4). El grado de mecanización de la labranza primaria determina en gran medida la incorporación potencial³¹ de los residuos y, por ende, la posibilidad de reducir la incorporación. Del mismo modo, el grado de mecanización de la siembra determina las adaptaciones requeridas en relación con la no o menor incorporación de los residuos durante la labranza primaria. Los cambios en la labranza primaria también tienen implicaciones en el control de malezas.

Labranza primaria. Se pueden mencionar dos formas de labranza primaria potencialmente compatibles con la conservación de residuos:

- **labranza mínima:** sí hay movimiento del suelo antes del establecimiento, pero excluye cualquier tipo de inversión (como el barbecho), y el número de pasadas de la rastra en general se limita a dos.
- **labranza cero:** no hay movimiento del suelo durante el periodo entre la cosecha y el establecimiento del cultivo siguiente; es decir, la preparación del terreno excluye cualquier movimiento del suelo y la siembra se efectúa directamente, sin escarbar.

La labranza primaria que incluye barbecho es incompatible con la conservación de residuos.

Además, en el caso de que se apliquen más de dos rastreos, se tendrá que limitar la incorporación. Esto afecta a 53% de los productores (44% que barbecha y 11% que aplica más de dos rastreadas). Del grupo de productores que no barbechan, la mayoría (60% de 48 agricultores) informó que nunca había barbechado su parcela; 35% barbechó su parcela por última vez hace menos de 5 años y 4%, entre 6 y 10 años.

En la *zona de buen temporal* es común el laboreo intensivo, lo que implica que la adopción de la labranza mínima reduce en forma substancial la incorporación de residuos y al mismo tiempo se ahorra lo de un barbecho (M\$165 por ha³²) en la mitad de los casos, más el ahorro de un rastreo (M\$85 por ha) en 13% de los casos. Al adoptar la labranza cero se puede disminuir aun más la incorporación y aumentar el ahorro de labores, con un promedio de casi dos rastreos por hectárea.

En la *zona de mal temporal* el laboreo es relativamente mínimo en la actualidad. De hecho, la mayoría de los productores (77%) ya practica alguna forma de labranza mínima. Sólo en el resto de los casos, la adopción de labranza mínima significaría reducir la incorporación y el ahorro de una labor de barbecho o subsoleo. Es más, con el promedio actual de una rastreada por hectárea, la adopción de la labranza cero tampoco reduce en forma considerable la incorporación ni representa un gran ahorro.

El propósito de la labranza primaria es dejar una cama de siembra limpia y homogénea. Por lo tanto, al reducir este tipo de labranza habrá un ahorro de labores, pero habrá cambios también en la siembra y en el control de malezas.

³¹ Potencial, ya que depende de las labores y las prácticas previas a éstos (extracción, quema, etc.).

³² M\$: pesos mexicanos. Tasa de cambio promedio en 1994: M\$3.4 = US\$ 1 (FMI).

Siembra. Como la labranza primaria incorpora una parte de los residuos existentes en la parcela, al reducirse la labranza primaria se retienen más residuos como mantillo; sin embargo, la presencia del mantillo dificulta la siembra.

En la zona de buen temporal predomina la siembra mecanizada. Este tipo de siembra con *labranza cero* requiere de sembradoras especiales, adaptadas para poder sembrar a través del mantillo en suelos no preparados. Una de las principales limitantes es la disponibilidad de sembradoras directas; menos de 3% de los productores reportó poseer una,³³ en tanto que sólo algunos maquilaban su maquinaria. Una limitante adicional es que las pocas sembradoras directas que existen en la zona de estudio se emplean más como sembradoras de precisión que como sembradoras directas. Durante la encuesta no se reportó ningún caso en que se hubiera utilizado una sembradora directa en un sistema de labranza cero, pero sí con labranza mínima.³⁴

Lo anterior demuestra la necesidad de diferenciar a los productores que son dueños de maquinaria y a los que contratan sus labores mecanizadas. Sólo 35% dijo ser dueño de un tractor (incluyendo 6% que lo tiene en sociedad). Si el dueño de un tractor quiere adquirir una sembradora directa, tendrá que hacer una fuerte inversión. Las posibilidades de adquisición dependerían, entre otras cosas, de:

- **el costo real de la maquinaria:** Las sembradoras directas son más costosas que las convencionales.³⁵ Además, existen

sembradoras directas de producción nacional e importadas. Estas últimas son más solicitadas, pero su costo es mucho más elevado (sobretudo durante los primeros años después de la devaluación del peso de finales de 1994).³⁶ Las sembradoras nacionales se producen a menor escala y su comercialización es menos agresiva, además de que algunas aún presentan problemas con el establecimiento del cultivo. No obstante, el avance de la siembra directa probablemente ayudará a establecer un mercado más amplio y competitivo, ejerciendo presión hacia la disminución en el precio de las sembradoras directas, como sucedió en Estados Unidos (Moldenhauer et al., 1994).

- **la disponibilidad de fondos:** Para realizar una inversión substancial se requiere tener acceso a fondos. México, en los primeros años después de la devaluación de 1994, sufrió una crisis económica que afectó severamente la disponibilidad de fondos tanto propios como ajenos en forma de crédito. En consecuencia, el dinero era “caro”, es decir, las tasas de interés eran elevadas. Un problema adicional es la cartera vencida, lo cual limita severamente las posibilidades de obtener nuevos créditos.
- **las inversiones previas:** Los dueños de tractores en general han invertido previamente en la adquisición de éstos y sus implementos. En la zona de estudio, todos los dueños de tractores tienen una rastra; la gran mayoría tienen un arado de discos (92%) y una sembradora convencional (90%). Pero el hecho de que estos

³³ Sólo cuatro casos, todos en la zona de buen temporal, principalmente en el área de Ciudad Guzmán.

³⁴ También debe recordarse que la difusión de esta tecnología en la zona de estudio es reciente.

³⁵ Por ejemplo, el costo de una sembradora directa de cuatro surcos en Ciudad Guzmán es de más de 600% que el de una sembradora convencional de cuatro surcos.

³⁶ A mediados de 1995 el costo de una nueva sembradora directa importada de cuatro surcos era de M\$110,000 en Ciudad Guzmán (seis surcos: M\$ 143,000).

implementos se vuelven obsoletos para el cultivo de maíz con labranza cero, limita la adquisición de sembradoras directas.³⁷

Como la mayoría de los productores contratan sus labores mecanizadas, éstos dependerán del maquilador para poder tener acceso a las sembradoras directas. Esta dependencia, sin embargo, podría resultar benéfica, ya que una sola máquina estaría disponible a un mayor número de productores y se reducirían los costos tanto de experimentación con la tecnología —ya que no se requiere una gran inversión en maquinaria por parte de los productores— como de aprendizaje al contar con la experiencia del maquilador. Asimismo, el maquilador de sembradoras directas podría actuar como agente difusor de estas prácticas.

No obstante, debe tomarse en cuenta que el maquilador primero deberá adquirir la maquinaria, pudiendo aplicarse las mismas consideraciones respecto a los propietarios de los tractores. Además, existen algunas otras limitantes. Según la encuesta, sólo 39% de los dueños de tractores maquila también su maquinaria. Experiencias en otras zonas han demostrado que algunos dueños de tractores no están dispuestos a maquilar su sembradora directa, aun cuando lo hagan con otro tipo de maquinaria, por razones de riesgo. Utilizar una sembradora directa con prácticas de labranza cero en una parcela desconocida puede resultar arriesgado, ya que la costosa maquinaria puede dañarse al chocar con piedras ocultas, por ejemplo. Otra limitante es que las dos terceras partes de los tractores se concentran en la zona de Ciudad Guzmán. Es evidente que deben considerarse estas limitantes al maquilar una sembradora directa; también queda claro que la solución a estas dificultades no consiste sólo en aumentar el número de sembradoras

particulares en la zona de estudio, puesto que una sembradora directa nueva no se convierte necesariamente en una máquina disponible para otros productores.

En sistemas totalmente mecanizados se puede optar también por la *labranza mínima*. Esta práctica tiene la ventaja de permitir el uso de sembradoras convencionales, aunque existen mayores riesgos de que la sembradora se atore con los residuos. Esto significa que utilizar una sembradora convencional en condiciones de labranza mínima con conservación de residuos requiere mayor atención. Aquí se asume que la siembra toma 20% más de tiempo y que el costo aumenta paralelamente.

En la *zona de mal temporal* predominan los sistemas parcialmente mecanizados con siembra de “tapa pie”. Comúnmente, este tipo de siembra se efectúa abriendo un surco con la yunta, depositando las semillas de maíz manualmente en el surco y tapando la semilla con el pie. La presencia del mantillo obstaculiza la siembra, porque se requiere de mayor precisión al colocar la semilla en el surco y estorba al cerrarlo. Esto ocasiona que la siembra sea más lenta y, por ende, más costosa en términos de tiempo. Se estima que en los sistemas de labranza mínima el tiempo requerido para la siembra puede aumentar 25%.

En los sistemas de labranza cero la siembra de tapa pie es muy difícil, sobre todo al tener que formar surcos adecuados. Aunque existen sembradoras directas para tracción animal (por ejemplo, Muhtar, 1989; Peiretti, 1996), su disponibilidad en la zona de estudio es nula todavía. Por eso se requiere una sembradora directa en la labranza cero en ambas zonas, de buen y mal temporal.

³⁷ Aunque es posible vender implementos de segunda mano, el mercado a nivel local podría saturarse una vez que varios productores decidan hacer la transición.

Control de malezas. La labranza primaria incorpora y destruye una parte de las malezas existentes en la parcela antes del establecimiento del cultivo. En el caso de la labranza cero ya no hay labranza primaria y se requiere un control alternativo de malezas a base de herbicidas. En el caso de la labranza reducida, todavía existe un cierto grado de control de malezas, por lo que la dependencia sobre el control alternativo es menor.³⁸

La adopción de labranza cero requiere una aplicación de herbicidas antes de la emergencia del cultivo a fin de obtener un control inicial de malezas. Esta aplicación debería combinar preferentemente los métodos de control de malezas ya existentes en la parcela (productos de control postemergente) con el control de la germinación de malezas futuras (productos de control preemergente).³⁹ En la *zona de buen temporal*, la aplicación de herbicidas antes de la emergencia del cultivo es muy común (78%) y casi siempre incluye productos de control preemergente (por ejemplo, a base de Atrazina). Así, los cambios necesarios para adoptar la labranza cero en esta zona serán relativamente mínimos.

Como en la *zona de mal temporal* la aplicación preemergente de herbicidas es poco común (32%), la adopción de la labranza cero en esta zona sí requerirá cambios substanciales, lo cual originará otros gastos por la aplicación de herbicidas. Sin embargo, los costos de los herbicidas sustituirán a los costos por la contratación de mano de obra, que también se pagan en efectivo. Esto significa que la nueva

práctica probablemente no representará mayores problemas en cuanto a la cantidad de efectivo requerida para la compra de productos. Además, incluso en la zona de mal temporal, el uso de herbicidas (incluyendo aplicaciones postemergentes) es relativamente común (55%), por lo que se estima que los costos de aprendizaje en el uso de este insumo serán mínimos.

A pesar de la experiencia con herbicidas en ambas zonas, debe aclararse que esto no necesariamente significa que el uso del insumo es eficiente. Lo que sí es claro es que la eficiencia en su uso es primordial para el éxito del sistema de labranza cero —en menor grado para el sistema de labranza mínima—, porque depende más de los herbicidas y es menos flexible (Scopel, com. pers.). Por tanto, la eficiencia en el uso de herbicidas requerirá de mayor atención por parte de los productores.

Asimismo deben mencionarse las implicaciones ecológicas del uso de los herbicidas. Los productores emplean una gama relativamente amplia que incluye Atrazina, 2,4-D, Paraquat y Alachlor. El Paraquat es uno de los más tóxicos y representa costos y riesgos de salud para el usuario, aunque es inmovilizado en cuanto entra en contacto con el suelo; los otros son menos tóxicos, pero algunos se fugan con mayor facilidad al medio ambiente por medio del escurrimiento o lixiviación.

Una posible dificultad ante la necesidad de aplicar herbicidas durante la preparación del terreno es la práctica del intercultivo, más

³⁸ Las cantidades de herbicida varían según el sistema de labor, pero en general puede suponerse que las cantidades son mayores en sistemas de labranza cero, menores en sistemas con labranza primaria e intermedias en sistemas de labranza reducida. Las cantidades de herbicida aplicadas en el sistema con labranza primaria en la zona de buen temporal corresponden a 60% de la cantidad estimada para la labranza cero (en términos de volumen). Se estima que la cantidad de herbicida que se requiere con labranza mínima equivale a 80% de la requerida con labranza cero.

³⁹ Alternativamente, sólo se podrían controlar las malezas existentes y aplicar controles adicionales de malezas durante el ciclo de cultivo.

frecuente en la zona de mal temporal (64%) que en la de buen temporal (21%). Los intercultivos más comunes en la zona, calabaza y frijol, son incompatibles con el uso de herbicidas para control preemergente. En estos casos se podrían considerar dos opciones.

- Seguir practicando el intercultivo y limitar la gama de herbicidas a los del tipo de control postemergente, lo cual resultaría en un control adicional de malezas durante el ciclo de cultivo.
- Aplicar los herbicidas recomendados y no emplear el intercultivo.

Estas medidas, adoptadas ya por algunos productores, también pueden combinarse (por ejemplo, sembrando frijol sólo en una parte de la parcela).

Reducir la extracción

El panel C de la Figura 4 representa gráficamente una estimación del balance de los residuos después de adoptar la no quema y la labranza mínima. El panel D en la misma figura representa la situación después de adoptar la no quema y la labranza cero. Las figuras parecen sugerir que existen dos opciones para la conservación de residuos:

- *Un sistema de labranza cero con extracción de residuos:* Con labranza cero, la disponibilidad de residuos como mantillo no es muy problemática en años buenos y regulares. Es decir, con la adopción de la no quema y la labranza cero no es necesario disminuir la extracción en estos años.

Con el fin de asegurar la adecuada extracción de residuos, será necesario desarrollar sistemas para manejar el pastoreo. Además, sería conveniente monitorear la posible interacción negativa entre la compactación causada por el pastoreo y la labranza cero.

- *Un sistema de labranza mínima sin extracción de residuos.*⁴⁰ Con labranza mínima, la disponibilidad de residuos como mantillo es aún escasa, sobre todo en la zona de buen temporal,⁴¹ donde se obtiene aproximadamente una tonelada por hectárea en años buenos y regulares. Esto corresponde a las observaciones de campo que indican que aun cuando 19% de los entrevistados no quemó y empleó labranza reducida,⁴² actividades aparentemente compatibles con la conservación de residuos, sólo 1% reportó niveles de mantillo de por lo menos 2 t/ha. Se deduce entonces que con la labranza mínima es necesario disminuir aun más los otros usos, específicamente la extracción productiva de los residuos.⁴³

En el caso de la labranza reducida es necesario disminuir la extracción de los residuos si se quiere conservar un mantillo adecuado. Este tipo de adaptación en general es poco atractivo y presenta dificultades específicas. Pueden considerarse varias posibilidades de extracción, cada una con diferentes implicaciones.⁴⁴

⁴⁰ En algunos casos podría considerarse una extracción limitada, por ejemplo, cuando el productor tiene poco ganado. En el caso de la labranza mínima, se incorpora un poco más de la mitad de los residuos disponibles después de la extracción, por lo que la extracción no debería ser substancial.

⁴¹ Debe recordarse que en la zona de mal temporal la mayoría de los productores ya practicaban la labranza mínima y, por lo tanto, la 'adopción' de esta práctica no cambió la disponibilidad de los residuos como mantillo.

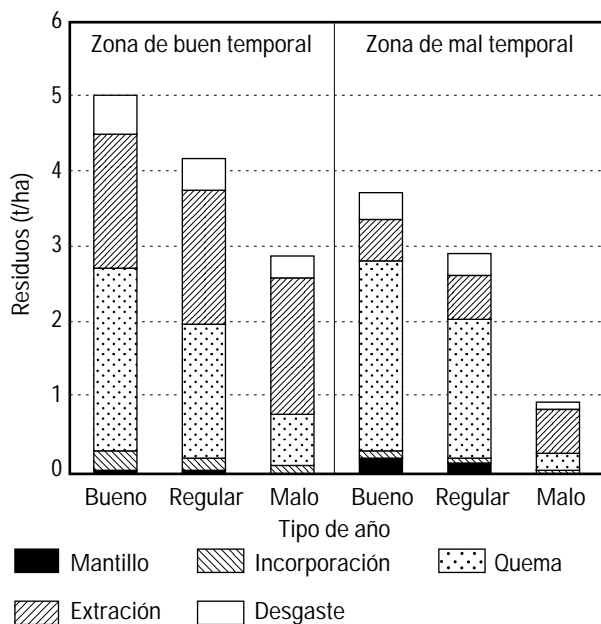
⁴² El traslape entre 45% de entrevistados que no quemaron y 47% que emplearon algún sistema de labranza reducida.

⁴³ La otra opción de disminuir el desgaste no presenta grandes posibilidades, según se verá en el siguiente párrafo.

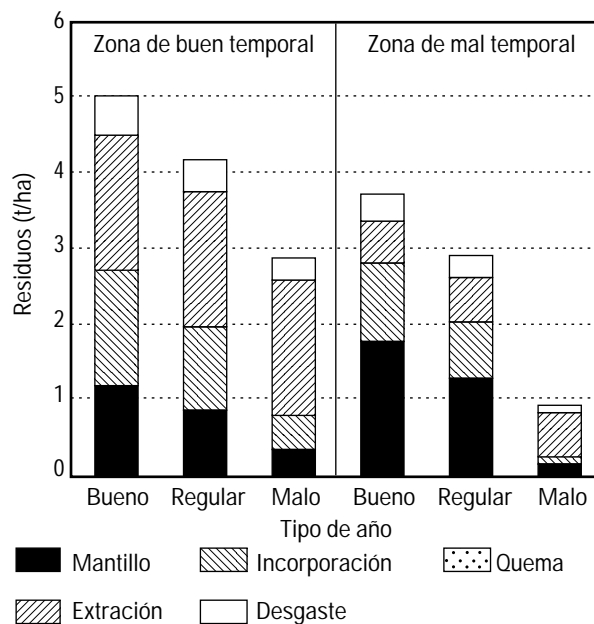
⁴⁴ También puede citarse el uso comunal después de la cosecha además de los tres usos que se describen. Sin embargo, éste no se reportó en la zona de estudio.

- **Uso propio:** En general, un productor con ganado extrae una parte de los residuos para su propio beneficio, y en este caso, al reducir la extracción, necesitará identificar otras opciones de forraje o disminuir su hato. A

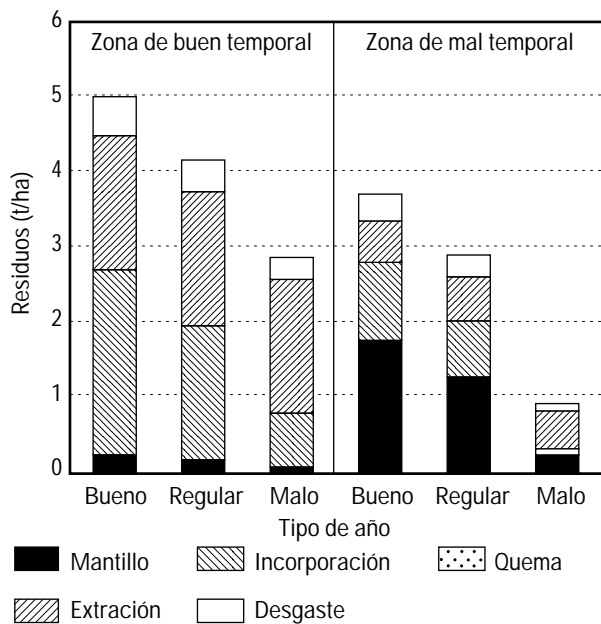
primera vista, ésta no parece una opción muy atractiva, especialmente para aquellos productores con un déficit en el suministro de residuos para forraje.



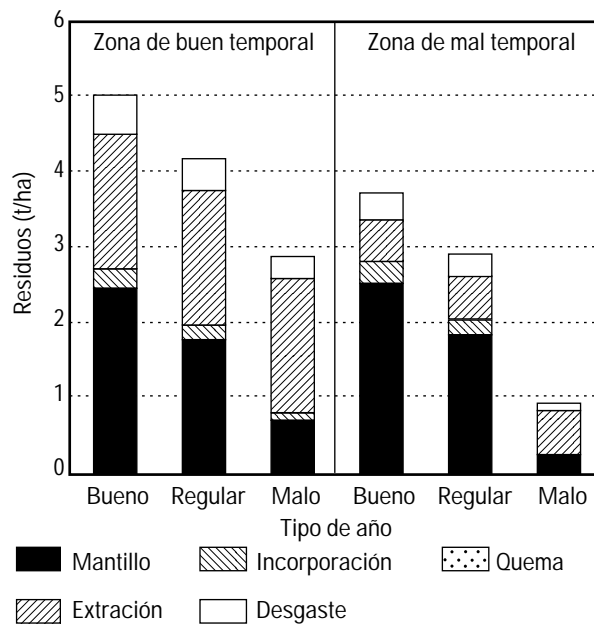
(A) Situación actual



(C) Después de adoptar la no quema y la labranza mínima



(B) Después de adoptar la no quema



(D) Después de adoptar la no quema y la labranza cero

Figura 4. Variaciones del balance de residuos en una parcela típica, en las dos zonas de temporal, en diferentes tipos de año.

Fuente: Estimaciones de este estudio (véase el Anexo B).

- **Uso comercial:** La zona de estudio cuenta con un mercado de residuos relativamente desarrollado. El rastrojo se comercializa en diferentes formas, aunque la principal es en pie; para este tipo de comercialización existen varias formas de pago. Lo más común es la venta individual por unidad de superficie (79% de la comercialización es en pie). Aun así, el precio de la transacción es muy variable en la zona, con un promedio de M\$116/ha. Al reducir la extracción, los ingresos del productor por este concepto disminuirán.

En un número limitado de casos (13%), la venta es comunal a través del ejido. El pago en estos casos es considerablemente menor que cuando se vende en forma individual, con un promedio de sólo M\$41/ha. Reducir la extracción significaría una pérdida menor de ingresos, aunque también se dificulta por la necesidad de un consenso entre todos los vendedores. Sólo en algunos casos (6%) se cobra el derecho de pastoreo del rastrojo por cabeza (M\$53/cabeza por temporada).

- **Uso dueño:** Generalmente los arreglos sobre tenencia de la tierra en México también incluyen disposiciones respecto al destino de los residuos. En la zona de estudio es común que el dueño de la parcela retenga los residuos de la cosecha, además de la renta estipulada, y, dada esta situación, es imposible que un arrendador disminuya la extracción de residuos. Si se considera que 24% de los productores son arrendatarios, esto representa un gran problema.

Como un 80% de las parcelas están cercadas, aumenta la posibilidad de disminuir la extracción, ya que con la cerca se restringe el acceso de los animales a las parcelas. En vista de las prácticas de extracción y de que el mercado de residuos está relativamente bien desarrollado, se calcula que la disminución de

la extracción tendría un costo de oportunidad de M\$116/ha a corto plazo. Sin embargo, este costo podría aumentar en el futuro si la oferta real de los residuos se restringe en forma considerable. Este podría ser el caso de una adopción substancial de las prácticas de labranza mínima con conservación de residuos, *ceteris paribus*. Debe señalarse que disminuir la extracción productiva de los residuos es factible sólo si el productor considera que los beneficios de no realizarla son mayores que los costos.

Disminuir el desgaste

Disminuir el desgaste no es una opción promisoría para aumentar la disponibilidad de residuos como mantillo. El desgaste es un proceso autónomo y, por ende, difícil de cambiar. Aun así, el productor tiene la opción de influir de alguna manera en el proceso de desgaste mediante la fragilidad de los residuos. Por ejemplo, el método de cosecha es uno de los factores que determinan la fragilidad final de los residuos. *Ceteris paribus*, una cosecha mecanizada genera residuos más frágiles que una cosecha manual, y por esta razón implica un mayor desgaste entre los ciclos de cultivo. En términos de conservación de residuos, es interesante notar que la selección del método de cosecha implícitamente tiene un efecto nivelador sobre la retención de residuos. Los productores de la zona prefieren la cosecha mecanizada en parcelas con rendimientos altos por el ahorro substancial de mano de obra. Sin embargo, cuando los rendimientos son relativamente bajos, la cosecha manual es más eficiente y económica, y como el rendimiento de grano está relacionado con la producción de residuos, la selección de este método de cosecha favorece su conservación cuando la disponibilidad es relativamente baja.

Las prácticas de extracción influyen igualmente en la fragilidad de los residuos, en especial en el manejo del pastoreo en la parcela. Aunque la extracción repercute directamente en la cantidad de residuos, tiene también importantes

implicaciones en la fragilidad de éstos así como en el índice de cobertura. En el caso del pastoreo en la parcela, el ganado consume primero los elementos frágiles de los residuos (hojas) y deja los menos frágiles (caña) para el final. Por consiguiente, la fragilidad de los residuos depende, entre otras cosas, del efecto del pastoreo al que han sido expuestos. No obstante, parece que reducir el desgaste no brinda grandes posibilidades para la conservación de residuos.

Aumentar la producción

Mientras no se elimine la quema y disminuya la incorporación, incrementar la producción de residuos no es una opción promisoriosa para disponer de mayores cantidades como mantillo. Sin embargo, una vez realizados estos cambios, aumentar la producción podría brindar interesantes posibilidades al disminuir la necesidad de reducir la extracción. Como la producción de residuos está estrechamente vinculada con la producción de grano, un mayor rendimiento del producto primario en general se traduce en una mayor cantidad de residuos.

De especial interés es el efecto de conservación del agua. La conservación de los residuos como mantillo fomenta una mayor conservación del agua, lo cual resulta en una mayor producción de biomasa en las zonas donde el agua es el factor limitante y aumenta las posibilidades de dejar suficientes residuos para el siguiente año (Figura 5). Debe resaltarse que este círculo benéfico se genera después de conservar suficientes residuos para formar un mantillo.⁴⁵ Regularmente, este círculo benéfico no evita la posible necesidad de disminuir la extracción productiva que requiere la adopción inicial por parte de los agricultores.

Anteriormente se mencionó que el efecto benéfico de la conservación del agua es

especialmente notorio en la zona de mal temporal. Scopel (1995, 1996) demuestra que la labranza cero con conservación de residuos como mantillo en esa zona aumentó el rendimiento de grano un 75% en promedio, en comparación con la labranza convencional. Este incremento en el rendimiento se vincula principalmente con una mayor conservación del agua (id).

La economía de la adopción

La adopción de las prácticas de conservación de residuos requiere varios cambios en el manejo, a fin de disminuir los destinos alternos de los residuos. El atractivo final para su adopción dependerá de si los costos de los cambios pueden recuperarse por medio de ahorros en el laboreo y el aumento potencial del rendimiento.

Beneficios y costos de la adopción

La discusión anterior demuestra que existen dos opciones para conservar residuos: un sistema de labranza cero con extracción de residuos y un sistema de labranza mínima sin extracción de residuos.



Figura 5. Círculo benéfico de la conservación de residuos cuando el agua es el factor limitante.

⁴⁵ Aumentar el rendimiento por otros medios también podría facilitar la conservación.

En comparación con la labranza convencional, se observó que ambos sistemas requieren adaptaciones en cuanto a la práctica de la quema, labranza primaria, siembra y control inicial de malezas. La opción de labranza mínima requiere también adaptaciones relacionadas con la extracción, lo cual origina costos adicionales. Sólo en la zona de mal temporal existe un efecto substancial en términos de rendimiento.

En esta sección se presentan los presupuestos en los que se comparan cada una de las opciones con labranza convencional en las dos zonas de temporal seleccionadas para este estudio (Cuadros 5 y 6, zonas de buen y mal temporal, respectivamente). Antes de presentar los diferentes componentes de los presupuestos, deben hacerse algunas observaciones:

- Los presupuestos se centran en los costos y beneficios variables entre los sistemas manteniendo constantes los otros costos variables y fijos. Tanto los costos no variables como las prácticas de labranza convencionales representan los niveles promedio de insumos, o más comunes para cada zona, en el ciclo PV-94, en tanto que los rendimientos se refieren a un año regular.
- La categoría de otros costos incluye aquellos que no varían —costos variables y costos fijos.⁴⁶ Los beneficios incluyen el rendimiento de maíz, el valor de los residuos, el pago de PROCAMPO y, en el caso de la zona de mal temporal, el valor del intercultivo.⁴⁷ Para mayores detalles acerca

de estos componentes y de la valorización de los recursos, véase Erenstein et al., 1997.

- Los presupuestos incluyen costos de adopción inicial de la tecnología de un solo año. Por consiguiente, no incluyen efectos acumulativos de la adopción ni a nivel parcela (como mejoras en términos físicos, químicos y biológicos del suelo), ni a nivel regional (como cambios en el mercado regional de residuos y contratación de sembradoras directas). Estos efectos se retomarán en la siguiente sección. Se asume que hay algunas sembradoras directas disponibles para maquila.
- Los sistemas de producción en la zona de estudio, sobre todo en la zona de buen temporal, ya incluyen niveles relativamente altos de insumos externos. Aunque la disponibilidad de efectivo es un problema estructural en el medio rural mexicano, se espera que los cambios propuestos en la estructura de los costos no creen problemas insuperables en cuanto al financiamiento. Se asume que el costo de oportunidad del efectivo refleja adecuadamente la escasez de este recurso.

La zona de buen temporal

Con base en resultados experimentales (Scopel, 1995; Scopel, 1996), no se prevé una gran diferencia en el rendimiento entre los diferentes sistemas de labor en la zona de buen temporal. Por consiguiente, las diferencias en los sistemas enfatizan solamente la estructura de los costos de producción. Los cambios en el control inicial de malezas no son importantes, en vista de la aplicación constante de este tipo

⁴⁶ En ambas zonas incluye el costo de la semilla, fertilización, control de malezas postsiembra, aplicación de pesticidas, así como el correspondiente interés de avío y costo de (oportunidad) la tierra. Para la zona de buen temporal también incluye el costo de la cosecha y el desgrane.

⁴⁷ La práctica de intercalar solamente es común en la zona de mal temporal. El rendimiento del intercultivo es muy variable y relativamente bajo, en especial en la zona de mal temporal (en el PV-94 el intercultivo rindió sólo 55 kg de frijol por ha intercalada, comparado con 177 kg en la zona de buen temporal, prob.:.05, y sólo 2.9 kg de semilla de calabaza, comparado con 92.5 kg en la zona de buen temporal, prob.:.08). Aquí se estima que el beneficio neto del intercultivo suma M\$100 en un año regular en la zona de mal temporal.

de control, aun en sistemas convencionales. Los cambios propuestos en su totalidad también representan una ligera disminución en los requerimientos de efectivo.

La labranza cero genera un ahorro substancial en los gastos de preparación y siembra —casi M\$200/ha— comparada con la labranza convencional. Este ahorro representa 8% de los costos totales de producción (incluyendo tierra). En su totalidad, el valor agregado⁴⁸ con labranza cero es de M\$140 más que con labranza convencional, mientras que el beneficio neto⁴⁹

muestra un incremento ligeramente mayor (M\$176/ha). Pero aun con labranza cero, los costos por kilogramo de maíz⁵⁰ en un año regular siguen siendo mayores que el precio en finca y que los precios internacionales.

Asimismo, la producción de maíz en la zona de buen temporal era poco competitiva a nivel internacional (antes de la devaluación de finales 1994).

La labranza mínima genera un ahorro marginal (M\$33/ha) debido a la necesidad de disminuir la extracción y el costo de oportunidad

Cuadro 5. Presupuestos para una parcela típica de maíz con diferentes sistemas de labor en la zona de buen temporal (año regular).

	Unidad	Precio (M\$) por unidad	Labranza convencional		Labranza cero		Labranza mínima	
			Unidades/ha	M\$/ha	Unidades/ha	M\$/ha	Unidades/ha	M\$/ha
A. Total beneficio bruto				2,132		2,132		2,132
B. Costos que varían								
Quema Práctica	jornal	25	2.0	50				
Guardarraya	jornal	25			2.0	50	2.0	50
Labranza primaria								
Barbecho	ha	165	1.0	165				
Rastra	"	85	2.0	170			2.0	170
Sembradora								
Convencional	ha	130	1.0	130			1.2	156
Directa	"	275			1.0	275		
Residuos Mantillo		116				1.0	116	
Control inicial malezas								
Aplicación	jornal	25	2.0	49	2.5	63	2.0	50
Herbicida preemergente	litro	25.5	1.8	45	2.5	64	2.0	51
Otro herbicida	"	20.5	0.8	16	2.0	41	1.6	33
Interés de avío	mes	5%		158		114		123
Total costos que varían				782		606		749
C. Otros costos (variables y fijos)				1,458		1,458		1,458
Total costos (B+C)				2,240		2,064		2,207
D. Retorno								
Valor agregado	M\$/ha			457		597		558
Beneficio neto (A-B-C)	M\$/ha			-108		68		-75
Costos por kg maíz	M\$/kg			0.800		0.737		0.788

⁴⁸ Este indicador deduce del beneficio bruto los costos externos, es decir, representa el retorno para cubrir la inversión de recursos propios.

⁴⁹ Este indicador deduce del beneficio bruto los costos de todos los recursos invertidos, es decir, representa la ganancia para el productor después de deducir todos los costos (incluyendo aquellos en especie).

⁵⁰ Este indicador suma todos los costos (variables y fijos) y los divide entre el rendimiento de maíz.

correspondiente. Aunque el valor agregado es más favorable, los otros indicadores de retorno de este sistema son relativamente parecidos a los de la labranza convencional; es decir, la labranza mínima no mejora de manera substancial el retorno del cultivo de maíz en la zona de buen temporal.

La zona de mal temporal

Con base en resultados experimentales (Scopel, 1995; Scopel, 1996), se prevé una diferencia

substancial en el rendimiento en favor de los sistemas de conservación en la zona de mal temporal.⁵¹ Por otro lado, la gama de herbicidas utilizadas en el control inicial de malezas implica la pérdida del intercultivo en los sistemas de labranza cero y mínima. Los sistemas de conservación también cambian la estructura de los costos de producción. La labranza convencional ya se caracteriza por una labranza mínima, por lo que los sistemas de conservación *umentan* los gastos de

Cuadro 6. Presupuestos para una parcela típica de maíz con diferentes sistemas de labor en la zona de mal temporal (año regular).

	Unidad	Precio (M\$) por unidad	Unidades/ha	Labranza convencional		Labranza cero		Labranza mínima	
				Unidades/ha	M\$/ha	Unidades/ha	M\$/ha	Unidades/ha	M\$/ha
A. Beneficio bruto									
Maíz Grano	kg	0.60		1,250	744	2,000	1,190	2,000	1,190
Intercultivo	ha	100			100				
Otros beneficios (PROCAMPO y residuos)					466		466		466
Total beneficio bruto					1,310		1,656		1,656
B. Costos que varían									
Quema Práctica	jornal	25		2.0	50				
Guardarraya	jornal	25				2.0	50	2.0	50
Labranza primaria	rastra	"	85		1.0	85		1.0	85
Siembra a. Tapa pie	jornal	25		2	50			2.5	63
	yunta	80		1	80			1.25	100
b. Directa	ha	275				1.0	275		
Residuos Mantillo	"	116						1.0	116
Control inicial de malezas									
Aplicación	jornal	25		0.8	20	2.5	63	2.0	50
Herbicida preemergente	litro	25.5		0.6	15	2.5	64	2.0	51
Otro herbicida	litro	20.5		0.3	5	2.0	41	1.6	33
Cosecha Pizca	jornal	25		4.2	104	6.7	167	6.7	167
Desgrane	Ton	30		1.3	38	2.0	60	2.0	60
Interés de avío	mes	5%			31		114		51
Total costos que varían					478		833		825
C. Otros costos (variables y fijos)									
Total costos (B+C)					897		898		898
					1,375		1,731		1,723
D. Retorno									
Valor agregado	M\$/ha				641		686		860
Beneficio neto (A - B - C)	M\$/ha				-66		-75		-67
Costos por kg maíz	M\$/kg				1.100		0.866		0.862

⁵¹ El rendimiento promedio de la labranza convencional, en condiciones experimentales, en los campos de los productores, en los dos ciclos reportados, corresponde al rendimiento promedio reportado por los productores en la zona de mal temporal (véase Cuadro 3). No obstante, el incremento de 75% en el rendimiento, reportado por Scopel, se obtuvo bajo un buen manejo en condiciones experimentales. Se estima que el incremento en el rendimiento será menor en condiciones de producción, y en este estudio se supone que los productores sólo obtendrán 80% del incremento (CIMMYT, 1988).

preparación y siembra. Adicionalmente, la labranza mínima incurre en costos de oportunidad de los residuos. El control inicial de malezas igualmente genera costos substanciales adicionales en vista de la limitada aplicación de este tipo de control en los sistemas convencionales. Debido al mayor rendimiento que se obtiene, los sistemas de conservación de residuos incurren en gastos más elevados para la cosecha manual y el desgrane. En conjunto, estos cambios generan un aumento de unos M\$350 en costos para ambos sistemas de conservación en comparación con la labranza convencional. Este aumento representa una cuarta parte de los costos totales de producción (incluyendo la tierra). Asimismo, el aumento en la totalidad de costos implica un ligero aumento en el requerimiento de efectivo.

El aumento estimado en costos es tal que suprime el efecto benéfico de la conservación del agua en la producción. El beneficio neto en los dos sistemas de conservación, por tanto, es similar al de la labranza convencional, aunque el valor agregado es más favorable y los costos por kilogramo de maíz son menos elevados en los sistemas de conservación. No obstante, aun con los sistemas de conservación, los costos por kilogramo de maíz en un año regular son muy altos.⁵² Igualmente deben resaltarse la importancia del pago de PROCAMPO y el valor de los residuos en la zona de mal temporal: estos beneficios representan 27% y 9%, respectivamente, del beneficio bruto de la labranza convencional en esta zona.

Consideraciones adicionales

Los presupuestos no incluyen algunos de los efectos inciertos de la adopción de los sistemas de conservación en la zona de estudio tanto a

nivel parcela como a nivel regional (Cuadro 7). A nivel parcela, la adopción extensiva de los sistemas de conservación podría aumentar el costo económico (daño o control) de las plagas y enfermedades. El efecto de la eficiencia de los fertilizantes también es incierto.

A nivel regional, la adopción extensiva de los sistemas de conservación podría disminuir la disponibilidad de los residuos para forraje. Dependiendo de la disponibilidad de fuentes alternativas, esto aumentaría aun más el costo de oportunidad de los residuos, especialmente en los sistemas de labranza mínima. Por otro lado, la adopción extensiva de los sistemas de conservación propiciaría la creación de un mercado de alquiler de sembradoras directas, requeridas para la labranza cero, con lo cual los productores tendrían acceso a estos insumos y, además, el costo del alquiler disminuiría. La adopción extensiva de la no quema, práctica

Cuadro 7. Algunos de los efectos esperados de la adopción.

Nivel	Efecto de la adopción extensiva de los sistemas de conservación	Labranza cero	Labranza mínima
Parcela	Incidencia de plagas y enfermedades	X ?	X ?
	Eficiencia de fertilizantes	?	?
Región	Menor oferta en el mercado regional de residuos	X	X X
	Desarrollo de un mercado de alquiler de sembradoras directas	√	
	Elimina la necesidad de construir guardarrayas	√	√

Donde: √ : benéfico; X: contrarresta; ?: incierto.

⁵² Por ejemplo, 45% más que el precio en finca del maíz, y también considerablemente mayores que los precios internacionales del producto.

indispensable en los sistemas de conservación, eliminaría a la vez la necesidad de construir guardarrayas. Este es el caso ya en algunas áreas de la zona de estudio en Ciudad Guzmán.

En los presupuestos se emplean los rendimientos de un año regular. Como los sistemas de conservación no parecen influir en el rendimiento de la zona de buen temporal, las diferencias observadas *entre* los diferentes sistemas en principio no son sensibles a los cambios en el rendimiento. Sin embargo, en un año malo, con una pronunciada escasez de agua, los sistemas de conservación posiblemente sí generen un efecto benéfico sobre el rendimiento.

En la zona de mal temporal sí se incluye un efecto positivo sobre el rendimiento en los sistemas de conservación mediante la conservación del agua. Este efecto puede variar entre los diferentes tipos de año dependiendo de la disponibilidad de agua. En un año malo, la escasez puede ser tal que el rendimiento de grano sea cercano a cero y sólo se observe el efecto de conservación del agua en la cantidad de biomasa producida (por ejemplo, el ciclo PV-94 en La Croix; Scopel, 1995). En un buen año, cuando el agua no es el factor limitante, el efecto positivo puede desaparecer (como en el caso de la zona de buen temporal).

En ambas zonas también puede haber un efecto de traspaso al siguiente cultivo después de un año malo con escasez de agua. La incidencia de un año malo combina potencialmente una baja disponibilidad de residuos con una demanda de extracción igual después de la cosecha del ciclo afectado. Esto disminuiría la disponibilidad de residuos para mantillo en el siguiente ciclo, o aumentaría el costo de oportunidad de conservarlos.

Conclusiones y recomendaciones

El cultivo de maíz de temporal es el componente central de los sistemas de producción en la zona de estudio, en el sureste del estado de Jalisco. En general, la producción ganadera, sobre todo de carne, es una actividad complementaria de la producción agrícola, y los residuos de la cosecha son una fuente importante de forraje en la temporada seca. Los sistemas de cultivo de maíz son intensivos. Por lo general, la preparación del terreno es mecanizada; en menor grado lo son algunas de las otras operaciones como la siembra y la cosecha. La gran mayoría de los productores emplea fertilizantes y herbicidas; cerca de dos terceras partes utilizan semillas mejoradas. El ciclo PV-94 fue relativamente seco y en promedio se cosecharon 1.8 t/ha de grano. En años regulares, el rendimiento promedio es de 2.5 t/ha, y en años buenos, hasta de 3.7 t/ha. El cultivo de maíz no fue atractivo económicamente para los productores en el ciclo PV-94 por la combinación del elevado nivel de insumos y los bajos rendimientos provocados por la sequía.

La tecnología de conservación de los residuos del cultivo, mejor conocida como labranza de conservación, ofrece la posibilidad de incrementar la productividad y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas en zonas con escasez de agua. La tecnología propone el uso de los residuos de la cosecha anterior como mantillo protector del suelo, con el propósito de lograr efectos benéficos en la conservación del suelo y del agua. A la fecha, sin embargo, la adopción de la prácticas de conservación de residuos en los sistemas mecanizados en la zona de estudio es mínima (aproximadamente 1%). El conocimiento actual de la tecnología la hace más promisoría, ya que más de una tercera parte de los productores entrevistados pudo explicar en qué consistía.

Esta tecnología se basa en la conservación de residuos del cultivo. A fin de lograr los efectos benéficos que se mencionaron anteriormente, deben quedar residuos suficientes para formar una capa de mantillo. Sin embargo, existen varios factores que influyen en la disponibilidad, ya sea en la producción o al crear destinos alternativos. Los diferentes destinos de los residuos en la zona de estudio incluyen la quema, la incorporación, la extracción y el desgaste. La adopción de la tecnología requiere disminuir los destinos alternativos. En realidad, la conservación de residuos es incompatible con algunos de los destinos como la quema y el barbecho durante la preparación del terreno.

El estudio examinó la magnitud de los cambios requeridos e intentó estimar los costos y ahorros para el productor. Los cambios propuestos muestran que la adopción de la tecnología de conservación de residuos no es sencilla, pues depende de varios factores como la no quema, la reducción de la labranza primaria, así como adaptaciones en la siembra y el control de malezas; asimismo, la extracción requeriría de algunos ajustes que originarían costos adicionales.

Los resultados del estudio indican que existen dos opciones para la conservación de residuos en la zona:

1. Un sistema de labranza cero con extracción de residuos;
2. Un sistema de labranza mínima sin extracción de residuos.

Adicionalmente, ambos sistemas requieren la adopción de la no quema. Para este estudio se seleccionaron dos zonas: una de (relativamente) buen temporal y otra de mal temporal. La conservación de residuos permite obtener rendimientos considerablemente

mayores y estables por medio de la conservación de agua en la zona de mal temporal (Scopel, 1995 y 1996). Sin embargo, en la zona de buen temporal no parece haber efecto alguno sobre el rendimiento a corto plazo (id.)

La adopción de los sistemas de labranza cero en la zona de buen temporal disminuye ligeramente los costos de producción (M\$176/ha), en contraste con la adopción de la labranza reducida, cuya reducción en los costos de producción no es significativa. En la zona de mal temporal, la situación es diferente porque ambas tecnologías de conservación incrementan los costos de producción de tal manera que contrarrestan el efecto benéfico en el rendimiento del maíz.

Aunque la adopción de los sistemas de conservación genera disminución en los costos de producción de un kilo de maíz, este ahorro quizá no es tan prometedor como se había creído. Al respecto, existen varias explicaciones. Por ejemplo, los sistemas de labranza cero requieren una sembradora directa, pero ésta es costosa y difícil de conseguir en la zona de estudio. Esta situación ocasiona la pérdida parcial de la posible disminución en los costos de establecimiento. Por otro lado, como los sistemas de labranza reducida todavía incorporan una parte de los residuos, se requiere una reducción en la extracción, que implica un costo de oportunidad de M\$116/ha. Igualmente, el hecho de que la mayoría de los productores todavía queme, implica gastos preventivos. Algunos de estos costos, como los de la sembradora directa y los gastos preventivos, se podrían disminuir con la adopción extensiva de la tecnología. Sin embargo, el costo de oportunidad de los residuos bien podría aumentar bajo estas condiciones si no se identifican otras opciones de forraje durante la temporada seca.

Por lo anterior, y considerando las limitadas ganancias a corto plazo, no parece probable que la difusión autónoma de la conservación de residuos en la zona de estudio ocurra con rapidez. La crisis económica es un factor limitante también. No obstante, el potencial podría aumentar con algunos ajustes, por ejemplo, con una mayor disponibilidad de sembradoras directas, fuentes opcionales de forraje y la promoción intensiva de la no quema (especialmente en la zona de San Gabriel).

Con base en los resultados obtenidos, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para promover los sistemas de conservación en el área de estudio:

- **Programa de investigación y extensión participativa:** Para adecuar las prácticas de conservación de residuos a los sistemas de producción y facilitar su adopción posterior, es necesario establecer un programa de investigación y extensión participativa. El programa debería estar dedicado a los productores de escasos recursos principalmente.
- **Aumentar la disponibilidad de sembradoras directas:** Actualmente hay poca disponibilidad de sembradoras directas, sobre todo de sembradoras directas que se puedan maquilar. Sin el acceso a este tipo de maquinaria no será posible la adopción de labranza cero con conservación de residuos en los sistemas totalmente mecanizados. Para fomentar la demanda efectiva de este tipo de sembradoras, sería conveniente aumentar temporalmente el número de unidades disponibles para maquilar.
- **Aumentar la disponibilidad de sembradoras directas de tracción animal:** Los sistemas parcialmente mecanizados emplean tracción animal para la siembra. Sin

embargo, en la zona de estudio no existen suficientes sembradoras directas con tracción animal para adoptar la labranza cero en esos sistemas. Este tipo de sembradoras se utilizan en otras partes del mundo con sistemas similares y facilitarían el acceso a la tecnología de los productores de escasos recursos.

- **Monitoreo de parcelas con conservación de residuos.** Es conveniente monitorear algunas plagas y enfermedades, en especial la gallina ciega y la *Cercospora*; también se podría monitorear la práctica de combinar el pastoreo de la parcela con los sistemas de labranza cero.
- **Desarrollo de sistemas de extracción compatibles con la conservación de residuos.** Es necesario desarrollar indicadores fáciles de usar que permitan al productor aprovechar sus residuos y, al mismo tiempo, conservar cantidades suficientes para formar un mantillo adecuado. Por ejemplo, en la zona de buen temporal se puede tener una carga de X reses adultas para Y meses en una parcela de Z ha en un año regular. Para desarrollar estos indicadores, es necesario corroborar las estimaciones de la extracción por medio del pastoreo y otros usos por medio de mediciones reales en la parcela. También valdría la pena investigar las posibilidades de identificar otras fuentes de forraje que pudieran reducir la presión existente respecto a los residuos.
- **Aumentar el acceso a créditos** tanto para inversión (por ejemplo, para comprar sembradoras directas) como para avío (para contratar sembradoras directas, adquirir insumos, etc.). Tal vez pudiera hacerse valer el derecho de PROCAMPO como garantía.
- **Investigar posibilidades adicionales de lograr que la producción sea más eficiente** por medio del aumento en los rendimientos y la disminución en los costos de producción.

Bibliografía

- ACC y CTIC. 1994. Residue Scorecard. West Lafayette, IN, USA: CTIC.
- Barreto, H.J. 1989. Cambios en propiedades químicas, patrones de fertilización y enclamiento en suelos bajo labranza cero. En *Labranza de Conservación en Maíz*. México, D.F. CIMMYT. 43-70.
- Bentley, J.W. 1992. El rol de los agricultores en el MIP. *Ceiba* 33:357-67.
- Choto, C. y G. Saín. 1993. Análisis del mercado de rastrojo y sus implicaciones para la adopción de la labranza de conservación en El Salvador. En *Síntesis de Resultados Experimentales 1992*. Guatemala: CIMMYT-PRM. 212-22.
- CIMMYT. 1993. *La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas*. Programa de Economía. México, D.F. CIMMYT.
- CIMMYT. 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. México, D.F. CIMMYT.
- CTIC. 1994. Definition Conservation Tillage. Conservation Impact, Dec. 1994, 11.
- Erenstein, O. 1996. ¿Labranza de Conservación o Conservación de Residuos? Una evaluación del manejo de los residuos en México. En *Memorias: Labranza de conservación 4o. Foro Internacional 96*. México: FIRA. 105-14.
- Erenstein, O., E. Scopel, M. Areola, J. Glo, N. Martín, A. González Avila y E. Chávez Guerra. 1997. Los sistemas de producción de maíz en el área de Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco, México. Documento de trabajo interno. México, D.F.: INIFAP-CIMMYT-CIRAD.
- Erenstein, O. y P. Cadena. 1997. *La adopción de la labranza de conservación en un sistema de cultivo en ladera en Motozintla, Chiapas*. NRG Paper. México, DF: CIMMYT.
- EUROCONSULT. 1989. *Agricultural Compendium: For Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier. ed. EUROCONSULT. v-740. 3.
- INIFAP-CENAPROS. De próxima publicación. *Adelantos en labranza de conservación en México*. Memoria de la I Reunión Nacional de Labranza de Conservación. Morelia: INIFAP-CENAPROS.
- Hudson, N. 1995. *Soil Conservation*. Third Edition ed. Ames: Iowa State University Press. 391 Third Edition.
- Lal, R. 1989. Conservation Tillage for Sustainable Agriculture: Tropic versus Temperate Environments. *Advances in Agronomy 85-197*.
- Mannering, J.V. y C. R. Fenster. 1983. What is conservation tillage? *Journal of Soil and Water Conservation* 3:141-3.
- Mendoza, M.S., M. van Nieuwkoop, L. Harrington y R. Tripp. 1992. *Diagnóstico sobre el potencial de la labranza de conservación en el Valle de Ameca, Jalisco*. México, DF: INIFAP-CIMMYT. 16
- Moldenhauer, W.C., W.D. Kemper, D.L. Schertz, G.A. Wessies, J.L. Hatfield y J.M. Laflen. 1994. Crop Residue Management for Soil Conservation and Crop Production. Chap. In *Adopting Conservation on the Farm: An International Perspective on the Socioeconomics of Soil and Water Conservation*. Ankeny: SWCS. pp. 37-46.
- Muhtar, H.A. 1989. CHIQUITA: Una sembradora tipo cero labranza para países en desarrollo. En *Labranza de Conservación en Maíz*. México, D.F. CIMMYT. 189-95.
- Ortega, A. 1989. Importancia relativa de plagas en labranza tradicional y de conservación: Una revisión de la literatura. En *Labranza de Conservación en Maíz*. México, D.F.: CIMMYT. 91-118.
- Peiretti, R.A. 1996. La siembra directa y el crecimiento económico de la empresa dentro de un marco de sustentabilidad. En *Memorias: Labranza de conservación 4o. Foro Internacional 96*. México: FIRA. 147-97.

- Reij, C. 1994. Building on Traditions: The Improvement of Indigenous Soil and Water Conservation Techniques in the West African Sahel. Chap. in *Adopting Conservation on the Farm: An International Perspective on the Socioeconomics of Soil and Water Conservation*. Ankeny: SWCS. 143-56.
- Sandretto, C. y L. Bull. 1996. Conservation Tillage Gaining Ground. *Agricultural Outlook*. Aug. 1996, 26-31.
- Scopel, E. 1995. Estudio de sistemas de cultivo sostenibles y productivos con labranza de conservación en maíz de temporal en México: Informe de actividades científicas 1994. México, D.F.: CIMMYT/CIRAD-CA/INIFAP.
- Scopel, E. 1996. Estudio de sistemas de cultivo sostenibles y productivos con labranza de conservación en maíz de temporal en México: Informe de actividades científicas 1995. México, D.F.:CIMMYT/CIRAD-CA/INIFAP.
- Scopel, E. y E. Chávez, G. 1996. *Efectos de labranza de conservación sobre el balance hídrico del cultivo de maíz de temporal: Avances de investigación en Ciudad Guzmán, Jalisco*. México, D.F.: CIMMYT/CIRAD-CA/INIFAP.
- Shaxson, T.F., N.W. Hudson, D.W. Sanders, E. Roose y W.C. Moldenhauer. 1989. *Land Husbandry: A Framework for Soil and Water Conservation*. Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society. 64.
- Thurston, H.D. 1992. *Sustainable Practices for Plant Disease Management in Traditional Farming Systems*. Boulder: Westview Press. xvii + 279
- Tripp, R. y H.J. Barreto. 1993. Estimación Aproximada de la Cantidad de Rastrojo de Maíz sobre el Suelo. Material de capacitación inédito. México, D.F.: CIMMYT.
- Valdez, L.E., J. Plascencia y R. Acosta. 1993. *Diagnóstico sobre el potencial de la labranza de conservación en la región de Ciudad Guzmán, Jalisco*. Ciudad Guzmán, Jalisco: CEFAP/ CIPAC.
- Violic, A.D., F. Kocher, A.F.E. Palmer y T. Nibe. 1989. Experimentación sobre labranza cero en maíz en la región costera del norte de Veracruz. En *Labranza de Conservación en Maíz*. México, D.F.: CIMMYT. 155-73.

Anexos

Anexo A. Estimación de la extracción productiva

Este anexo describe en forma detallada cómo se estimó la extracción productiva en cada zona. En este caso se emplean estimaciones debido a que no se obtuvieron datos específicos a nivel parcela para cuantificar las diferentes formas de extracción en un periodo dado, como hicieron Choto y Saín (1993) por ejemplo. Un problema adicional es la dificultad de separar la extracción productiva del desgaste.⁵³ Sin embargo, según datos disponibles, existen dos maneras de estimar las cantidades de extracción por medio del pastoreo:

- *Con base en la proporción extraída reportada*, y corrigiendo para el desgaste, se estima que el pastoreo en PV-94 consumió 1.6 t/ha de residuos en promedio. Esta extracción presenta una marcada diferencia entre las dos zonas, donde se obtuvieron 1.8 t/ha en la de buen temporal y sólo 0.4 t/ha en la de mal temporal. Esta discrepancia se debe principalmente a la disponibilidad de residuos (en relación con la producción),⁵⁴ ya que la proporción extraída fue significativamente más alta en la zona de mal temporal (Cuadro A1);
- *Con base en la presión ganadera reportada y el consumo hipotético*, se estima que el pastoreo en PV-94 consumió 1.1 t/ha de residuos en promedio.⁵⁵ Nuevamente se observa una marcada diferencia entre las dos zonas, donde se obtuvieron 1.2 t/ha en la de buen temporal y sólo 0.7 t/ha en la de

Cuadro A1. Cálculos de la extracción productiva por medio del pastoreo.

	Buen temporal	Mal temporal	Probabilidad
<i>Indicadores estimación tipo A</i>			
● Proporción extraída por pastoreo en PV-94 (n=112) ^b	52%	70%	.00
● Cantidad de residuos a la cosecha en PV-94 (t/ha) (n=124) ^a	3.43	0.75	.00
● Tasa de extracción por pastoreo en PV-94 (kg/día/UA) (n=78) ^a	14	4.2	.00
● Cantidad extraída por pastoreo en PV-94 (t/ha) (n=112) ^a	1.76	0.41	.00
<i>Indicadores estimación tipo B</i>			
● UAP/ha cultivo básico (UAP/ha) (n=130) ^b	1.12	0.68	.01
● Tasa de extracción por pastoreo (kg/día/UA) ^a		5.63	
● Cantidad extraída por pastoreo (t/ha) ^a	1.15	0.70	
<i>Promedio A y B</i>			
● Cantidad extraída por pastoreo (t/ha) ^a	1.46	0.56	

^a Estimación; ^b Resultado encuesta.

⁵³ De hecho, Choto y Saín (1993) no distinguen entre extracción productiva y desgaste y lo incluyen en una sola categoría denominada “desaparición”.

⁵⁴ La cantidad de residuos de la cosecha PV-94 (en rendimientos de grano mayores que 0) se estimó usando índices de cosecha de 30% con rendimientos de (1.5 t/ha de grano y de 40% con rendimientos mayores. Se empleó este criterio debido a los severos problemas de sequía aun en algunas partes de la zona de buen temporal en el ciclo PV-94.

⁵⁵ Con base en las siguientes suposiciones: una necesidad energética de 45 MJ/día/UA; un valor energético de 8.0 MJ/kg de materia seca residuos (EUROCONSULT, 1989); residuos como única fuente energética durante la época seca; consumo de residuos limitado a la época seca (seis meses); la densidad promedio de ganado de 1.05 UA/ha maíz; sin migración de ganado entre la zona de estudio y los alrededores.

mal temporal. Este desnivel se debe a la diferencia en la presión ganadera que existe entre las dos zonas, ya que se supone un nivel parecido de consumo (Cuadro A1).

Aunque existe una diferencia considerable entre los dos tipos de estimación, ambos resultan de similar magnitud, y ambos presentan una marcada diferencia entre zonas. Cabe resaltar que cada tipo de estimación tiene también un punto en contra:

- La principal limitante de la estimación tipo A es la naturaleza aproximativa de las estimaciones de la proporción extraída por el productor. Sería conveniente corroborar estas estimaciones por medio de datos empíricos. Parece que la apreciación de tipo A sobrestima la extracción en la zona de buen temporal. Esto es aun más obvio cuando se calcula la tasa de extracción por medio del pastoreo con base en los días-cabeza⁵⁶ de pastoreo reportados por los productores. En promedio se pastorean unas 3.5 cabezas de ganado por hectárea⁵⁷ durante casi tres meses, lo que resulta en más de 230 días-cabeza por hectárea. La tasa promedio de extracción correspondiente equivale a 14 kg/día/UA de residuos, substancialmente mayor que la tasa de extracción hipotética para mantenimiento de menos de 6 kg.⁵⁸
- La principal limitante de la estimación tipo B es la exactitud de la presión ganadera. Esta presión zonal supone que no hay migración entre las dos zonas y tampoco entre la zona de estudio y sus alrededores. Sin embargo, en vista de la poca disponibilidad de residuos en la zona de mal temporal, es probable que los productores adquieran el derecho de pastorear en zonas cercanas donde la disponibilidad sea mayor. Además, es posible que el número de cabezas de reses propias y, por ende, la presión ganadera, haya sido subestimado por parte de los productores durante la encuesta.⁵⁹

La estimación tipo B además supone un nivel hipotético de consumo (5.6 kg/día/UA de residuos) que equivale a un nivel adecuado para mantenimiento derivado, basado en la literatura. Puede ser que en la zona de mal temporal no se consiga este nivel de mantenimiento y que, por lo tanto, parte del hato pierda peso durante la temporada seca. Esto coincide con observaciones informales en esta zona y otras parecidas. Conforme a estas limitaciones, es posible que la estimación tipo B haya subestimado la extracción en la zona de buen temporal y que haya sobrestimado la de la zona de mal temporal.

⁵⁶ Día-cabeza se puede interpretar a grandes rasgos como si una vaca adulta estuviera un día en una parcela de una hectárea.

⁵⁷ En términos de unidades animales, 3.5 cabezas corresponderían a 2.66 UA/ha si suponemos una composición parecida al hato promedio. Esta presión es más del doble de la presión calculada con base en las UA que pastorean por hectárea de cultivos básicos (1.05 UAP/ha). Sin embargo, hay dos factores que explican esta discrepancia. Por un lado, la presión elevada sólo persiste hasta tres meses, en tanto que la temporada seca dura casi medio año. Así pues, es más que factible que las unidades animales se desplacen a otra parcela por el resto de la temporada seca, lo que dividiría la presión por hectárea en dos para toda la temporada. Por otro lado, el pastoreo no es la única forma de aprovechamiento. En los casos en que se cosechan residuos para su aprovechamiento posterior (por ejemplo, durante la temporada de aguas) se reduce la disponibilidad de éstos para el pastoreo en la parcela en la temporada seca. *Ceteris paribus*, esto aumentará la presión del ganado sobre los residuos disponibles.

⁵⁸ Aunque es factible que el hato consuma más de lo requerido para el mantenimiento propio cuando la disponibilidad de residuos sea alta. Bolaños (com. pers.) estima un consumo de 10 kg/UA de residuos durante el pastoreo en la temporada seca en Centroamérica.

⁵⁹ Por ejemplo, por razones de desconfianza.

En resumen, en la zona de buen temporal parece que la estimación tipo A sobrestima la extracción, en tanto que la estimación tipo B la subestima. Así, la estimación tipo B parece sobrestimar la extracción en la zona de mal temporal. Para este estudio se asume que el promedio de las dos estimaciones es un indicador adecuado, aunque aproximativo, de la extracción productiva por medio del pastoreo. Es decir, la extracción por medio del pastoreo ocupa alrededor de 1.5 t/ha de residuos en la zona de buen temporal y poco más de media tonelada en la de mal temporal. Sin embargo, sería conveniente corroborar estas estimaciones en la zona de estudio mediante datos empíricos.

Aunque el pastoreo es la principal forma de extracción, se observó anteriormente que no es la única en la zona de buen temporal. Las cantidades de residuos que se obtienen mediante otras formas de extracción se podrían estimar como en el caso del pastoreo. Sin embargo, la estimación tipo B se complica considerablemente. Los residuos obtenidos de los otros tipos de extracción se emplean principalmente durante la temporada de lluvias, periodo durante el cual existen, y se emplean, otras fuentes diversas de forraje como agostaderos, potreros y cultivos forrajeros como la alfalfa (Erenstein et al., 1997). De acuerdo con los datos disponibles, sólo se puede hacer una estimación tipo A; y de acuerdo con ésta, se calcula que unos 440 kg/ha en promedio se extraen mediante otras formas, además del pastoreo en la zona de buen temporal (Cuadro A2). No obstante, cabe esperar que la estimación tipo A genere nuevamente una sobrestimación de la extracción. Por tanto, para determinar la cantidad total de residuos extraídos, se disminuyó esta cantidad de extracción, además del pastoreo con la misma proporción que la cantidad extraída por medio del pastoreo.⁶⁰

Con estas estimaciones, se calcula que la cantidad total extraída es de 1.8 t/ha de residuos en la zona de buen temporal. Para la zona de mal temporal, la cantidad total extraída es relativamente baja, estimada en poco más de media tonelada, igual que la cantidad extraída mediante el pastoreo.

Cuadro A2. Cálculos adicionales de la extracción productiva.

	Buen temporal	Mal temporal	Probabilidad
Indicadores estimación tipo A			
● Proporción extraída por otros medios además del pastoreo en PV-94 (n=112) ^a	14%	0%	.00
● Cantidad extraída por otros medios además del pastoreo en PV-94 (ton/ha) (n=112) ^b	0.44	0	.00
● Total cantidad extraída en PV-94 (ton/ha) ^a	1.8	0.56	

^a Estimación; ^b Resultado de la encuesta.

⁶⁰ Usando la proporción: (promedio estimación tipo A + B)/(estimación tipo A).

Anexo B. Los diferentes balances de residuos (t de residuos por ha)

A. Balance actual

	Zona buen temporal			Zona mal temporal		
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
Producción	5.0	4.2	2.9	3.7	2.9	0.9
Mantillo	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
Incorporación	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
Quema	2.4	1.8	0.7	2.5	1.8	0.2
Extracción	1.8	1.8	1.8	0.6	0.6	0.6
Desgaste	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1

B. Balance después de la no quema

	Zona buen temporal			Zona mal temporal		
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
Producción	5.0	4.2	2.9	3.7	2.9	0.9
Mantillo	0.2	0.2	0.1	1.8	1.3	0.2
Incorporación	2.5	1.8	0.7	1.0	0.7	0.1
Quema	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Extracción	1.8	1.8	1.8	0.6	0.6	0.6
Desgaste	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1

C. Balance después de la no quema y la labranza mínima

	Zona buen temporal			Zona mal temporal		
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
Producción	5.0	4.2	2.9	3.7	2.9	0.9
Mantillo	1.2	0.9	0.3	1.8	1.3	0.2
Incorporación	1.5	1.1	0.4	1.0	0.7	0.1
Quema	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Extracción	1.8	1.8	1.8	0.6	0.6	0.6
Desgaste	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1

D. Balance después de la no quema y la labranza cero

	Zona buen temporal			Zona mal temporal		
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
Producción	5.0	4.2	2.9	3.7	2.9	0.9
Mantillo	2.4	1.8	0.7	2.5	1.8	0.2
Incorporación	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.0
Quema	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Extracción	1.8	1.8	1.8	0.6	0.6	0.6
Desgaste	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1

Documentos nuevos del Grupo de Recursos Naturales

Documentos

- 96-01 Meeting South Asia's Future Food Requirements from Rice-Wheat Cropping Systems: Priority Issues Facing Researchers in the Post-Green Revolution Era
P. Hobbs and M. Morris
- 96-02 Soil Fertility Management Research for the Maize Cropping Systems of Smallholders in Southern Africa: A Review
J.D.T. Kumwenda, S.R. Waddington, S.S. Snapp, R.B. Jones, and M.J. Blackie
- 96-03 Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Mexican Community: Implications for *In Situ* Conservation of Maize
D. Louette and M. Smale
- 96-04 Indicators of Wheat Genetic Diversity and Germplasm Use in the People's Republic of China
N. Yang and M. Smale
- 96-05 Low Use of Fertilizers and Low Productivity in Sub-Saharan Africa
W. Mwangi
- 96-06 Intensificación de sistemas de agricultura tropical mediante leguminosas de cobertura: Un marco conceptual
D. Buckles and H. Barreto
- 96-07 Intensifying Maize-based Cropping Systems in the Sierra de Santa Marta, Veracruz
D. Buckles and O. Erenstein
- 96-08 *In Situ* Conservation of Crops and Their Relatives: A Review of Current Status and Prospects for Wheat and Maize
Gerard J. Dempsey
- 97-01Es La adopción de la labranza de conservación en un sistema de cultivo en ladera en Motozintla, Chiapas
Olaf Erenstein y Pedro Cadena Iñiguez
- 97-02 Farmer Assessment of Velvetbean as a Green Manure in Veracruz, Mexico: Experimentation and Expected Profits
Meredith J. Soule
- 98-01 Increasing Wheat Yields Sustainably through Agronomic Means
P.R. Hobbs, K.D. Sayre, and J.I. Ortiz-Monasterio

Reimpresiones

- 96-01 Evaluating the Potential of Conservation Tillage in Maize-based Farming Systems in the Mexican Tropics
O. Erenstein
- 97-01 Are Productivity-Enhancing, Resource-Conserving Technologies a Viable "Win-Win" Approach in the Tropics? The Case of Conservation Tillage in Mexico
- 97-02 Conservation Tillage or Conservation of Residues? An Evaluation of Residues Management in Mexico
O. Erenstein (También en español).
- 98-01 Research on soil fertility in Southern Africa: Ten awkward question
Larry Harrington and Peter Grace