

LABOREO DE CONSERVACION: TENDENCIAS Y PRIORIDADES DE INVESTIGACION

J. L. Arrúe y M.^a V. López

Estación Experimental de Aula Dei, CSIC., Apto. 202, 50080 Zaragoza

RESUMEN

La reducción del laboreo, como estrategia para el control de la erosión y para la optimización de las explotaciones agrícolas, está recibiendo una creciente atención. En el presente trabajo se analiza la evolución entre 1975 y 1989 de las investigaciones sobre esta alternativa de trabajo del suelo. En el análisis bibliométrico realizado se han considerado las publicaciones sobre laboreo en general y, dentro de ellas, las relativas a laboreo de conservación. También se han contabilizado los trabajos de laboreo relacionados, entre otros aspectos, con erosión y conservación de suelo y agua. Las tendencias y contribución relativas según países y/o regiones mundiales se han estimado por comparación de la producción científica de los períodos 1975-77 y 1987-89. Mientras que el total de publicaciones sobre laboreo del suelo se ha triplicado, el número de referencias específicas sobre laboreo de conservación ha aumentado aproximadamente cinco veces. Por otro lado, aunque se observa un cierto incremento en el número de trabajos dedicados al estudio de la erosión, su porcentaje con respecto al total sigue siendo insuficiente, especialmente en el caso de la región mediterránea. Finalmente, se analiza la oportunidad y características de un programa de investigación sobre laboreo de conservación para la agricultura de secano en la Depresión Media del Ebro.

Palabras clave: Laboreo. Laboreo de conservación. Análisis bibliométrico. Erosión. Agricultura de secano.

SUMMARY

CONSERVATION TILLAGE: RESEARCH TRENDS AND PRIORITIES

The development and adoption of reduced tillage practices over the last two decades has proven to be an important factor in controlling soil losses in cultivated fields. In order to evaluate the growth pattern of conservation tillage research conducted in the last fifteen years, a bibliometric analysis, based primarily on abstracts published in *Soils and Fertilizers*, has been performed. The contribution to world output for different geographical regions has been assessed comparing the amount of scientific and technical publications for the 1975-77 and 1987-89 periods. While the output of total tillage related papers has increased only three times in that period, that of conservation tillage papers has increased five times. Though a slight trend to increase the number of papers dealing with soil erosion can be noted, much more attention should be paid to this issue in the Mediterranean region, specially under dryland conditions. A priority research

Este trabajo ha sido financiado por el CONAI - DGA a través del Proyecto P CA-9/89.

program on new conservation tillage systems for the middle part of the Ebro river valley, NE Spain, is briefly outlined.

Key words: Soil tillage. Conservation tillage. Bibliometric analysis. Soil erosion. Dryland farming.

INTRODUCCION

La creciente preocupación por la conservación de los recursos de agua y suelo, y por la reducción de costes en la producción agrícola, ha favorecido el desarrollo de una serie de sistemas de laboreo englobados dentro del término "laboreo de conservación". Frente al método de labranza tradicional, estas nuevas técnicas consisten, básicamente, en reducir el número de labores y en mantener sobre el suelos restos del cultivo anterior (Sprague y Triplett, 1986; Unger, 1988). La verificación, en distintas condiciones de clima y suelo, de las posibles ventajas de estos sistemas de manejo (menor evaporación, mayor infiltración, menor erosión, menor compactación, ahorro de maquinaria y de tiempo, etc.) ha dado lugar a una paulatina adopción de los mismos en diferentes regiones mundiales. Según Mannering *et al.* (1987), en EE. UU. se ha pasado de 2 millones de hectáreas cultivadas con técnicas de laboreo de conservación en 1963 a 40 millones en 1985. Australia es otro ejemplo de país pionero en adoptar prácticas

de laboreo de conservación y de integrarlas en el sistema de producción agrícola, en lo que se conoce como "agricultura de conservación" (Cornish y Pratley, 1987). Asimismo, las conclusiones del seminario sobre ahorro energético y reducción del laboreo, patrocinado por la Comisión de las Comunidades Europeas, reflejan el estado actual de conocimientos existentes en Europa sobre el particular (Bäumer y Ehlers, 1989).

El interés despertado por el laboreo de conservación en las dos últimas décadas ha supuesto, obviamente, la producción de una literatura científica específica; una exhaustiva revisión sobre la misma ha sido recientemente efectuada por Lal (1989). El presente trabajo pretende poner de manifiesto, desde un punto de vista fundamentalmente cuantitativo, la evolución de esta línea de investigación en los últimos años, destacando la importancia que recibe, según países o regiones mundiales, frente a otros aspectos relativos a la conservación y manejo de agua y suelo.

LA PRODUCCION CIENTIFICA SOBRE LABOREO DE CONSERVACION EN EL PERIODO 1975 - 1989

Para caracterizar la dinámica de las publicaciones sobre laboreo de conservación (en adelante abreviado

como LC), en el período indicado, se ha efectuado un recuento del número de referencias contenidas

en la revista "Soils and Fertilizers", asumiendo que ésta recoge una muestra suficientemente representativa de la producción mundial. Estos indicadores se han completado con el número de citas recogidas en las "Annotated Bibliographies" de la C.A.B. para los períodos 1958-72 y 1976-81. Representada esta información en la gráfica superior de la figura 1, se observa, en primer lugar, que el ritmo de crecimiento es de tipo exponencial, patrón característi-

co de la literatura científica en general, y similar al obtenido por Díaz-Fierros (1979) para la ciencia del suelo. En segundo lugar, se aprecia que la contribución del LC al total de trabajos sobre laboreo en general, que hasta 1985 se mantenía en torno a un 26%, alcanza un 40% de promedio en los últimos 4 años (Fig. 1, gráfica inferior). Este sustancial crecimiento se refleja en el número anual de citas. Así, mientras el número total de trabajos sobre laboreo

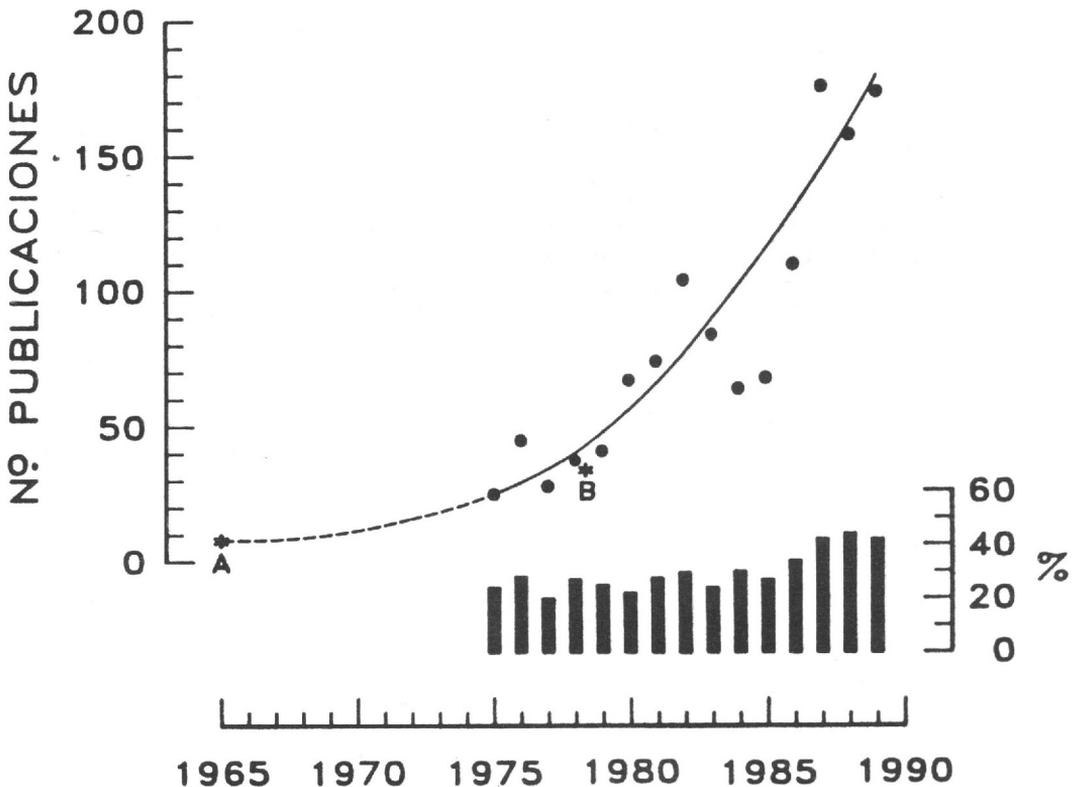


FIG. 1.—Evolución del número anual de publicaciones sobre laboreo de conservación en el período 1975-89 (gráfica superior) y del porcentaje que representa con respecto al total de publicaciones sobre laboreo (gráfica inferior). Los puntos A y B corresponden al valor medio de los períodos 1958-1972 y 1976-1981 según las respectivas Annotated Bibliographies de la C. A. B. (Fuente: *Soils and Fertilizers*).

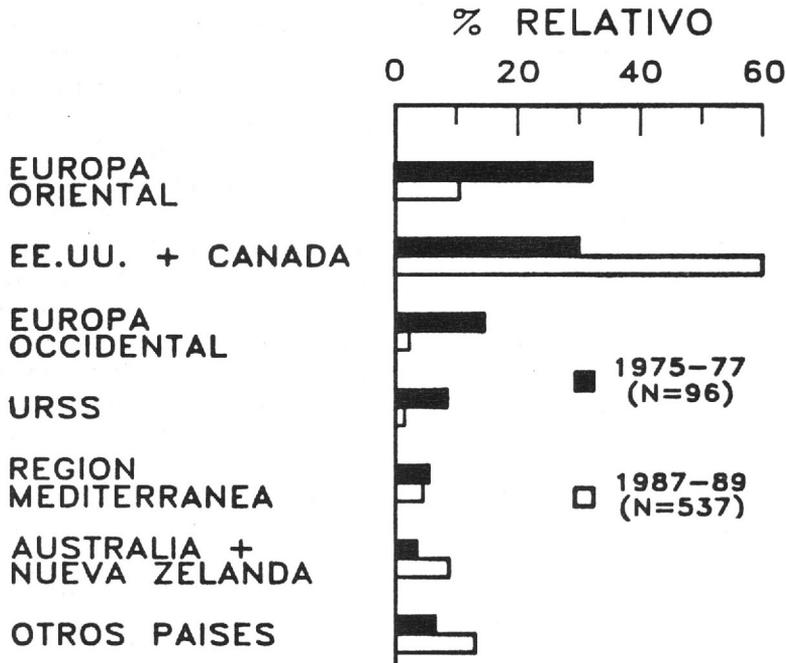


FIG. 2.—Distribución geográfica de las publicaciones sobre laboreo de conservación en los períodos 1975-77 y 1987-89 (entre paréntesis se indica el número total de trabajos del período).

en general se ha triplicado (129 citas/año para el período 1975-77 frente a 395 para 1987-89), el correspondiente sólo a LC se ha quintuplicado (33 frente a 168 citas/año para los mismos trienios).

Por otro lado, y a fin de identificar cuál es la contribución de diferentes regiones mundiales a la producción científica total sobre LC y cómo ésta ha evolucionado en el tiempo, los trabajos correspondientes a los trienios antes señalados se agruparon por países de acuerdo con el lugar donde se llevó a cabo el estudio. Dado el escaso número de referencias y siguiendo en parte el criterio de clasificación geográfica de Yaalon (1964), los trabajos se agruparon, finalmente, en las regiones

indicadas en la figura 2. Tal como se observa en esta figura, EE.UU. y Canadá constituyen la región que con un 60% del total lidera actualmente la producción mundial y es responsable del notable incremento de ésta con relación a la del período 1975-77. El interés creciente por el tema lo refleja el hecho de que en este período sólo 19 países figuraban en el concierto mundial frente a los 43 del período 1987-89; igualmente, es indicativo que en el primer trienio EE.UU. esté representado por 10 estados y en el último por 41. Teniendo en cuenta que el LC tiene especial acogida en áreas con un importante riesgo de erosión y déficit hídrico, resulta preocupante la escasa aportación de la región

mediterránea (sólo se han considerado los países de la cuenca del mar Mediterráneo), donde estos riesgos son manifiestos.

Otro indicador considerado en el análisis bibliométrico ha sido el número de congresos, reflejo del interés de la comunidad científica por el tema. En la figura 3 se muestra el número acumulado de congresos específicos sobre LC, recogidos igualmente en "Soils and Fertilizers", frente al de aquellos relacionados directamente con conservación de agua y suelo, y con prácticas de cultivo distintas de las de LC. Es interesante observar cómo a partir de 1984-85, en coincidencia con la tendencia antes descrita, comienza a adquirir el LC cierta relevancia como estrategia de conservación.

Por lo que respecta a nuestro país, su posición en el contexto mundial de la producción científica sobre LC no es aún muy relevante. Mientras en el período 1975-79 no aparecía ninguna referencia española sobre el tema, en el trienio 1987-89 España contribuye con la mitad de los tan sólo 26 trabajos contabilizados para la región mediterránea. No obstante, esta mayor participación hay que atribuirla a la celebración en Madrid, en Octubre de 1986, del I Simposium sobre Mínimo Laboreo en Cultivos Herbáceos. En esta reunión se hacía un primer balance de los resultados de la experimentación sobre LC iniciada en distintas regiones españolas a principios de los años 80.

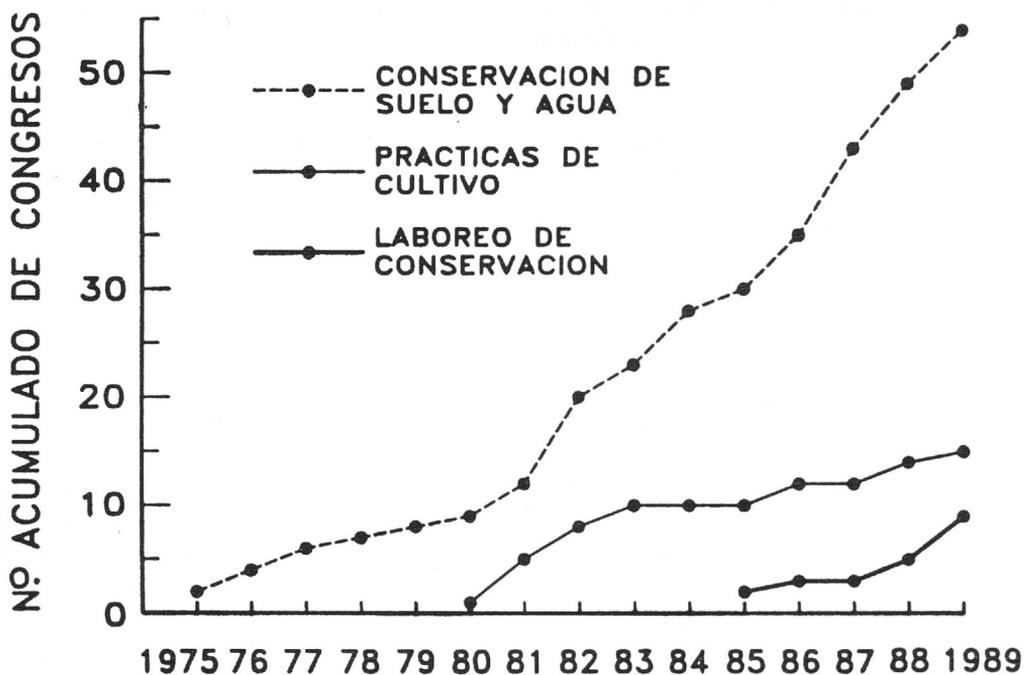


FIG. 3.—Evolución del número acumulado de congresos celebrados entre 1975 y 1989 sobre laboreo de conservación, otras prácticas de laboreo y conservación de suelo y agua.

EROSION Y LABOREO DE CONSERVACION

La doble vertiente del LC, esto es, control de la erosión y optimización de las explotaciones agrícolas, puede analizarse según la importancia relativa que en la literatura sobre laboreo y técnicas de cultivo, en general, se concede a la conservación de los recursos naturales. En la figura 4 se ha representado, también para el período 1975—89, la evolución del porcentaje, con relación al total de publicaciones sobre laboreo, de aquellas que, tratando específicamente sobre LC, tienen la erosión y/o la conservación de agua y suelo como objetivo final de la investigación; frente a éstas se ha representado el porcentaje de aquellas que con este mismo objetivo se plantean desde la óptica de otras prácticas de cultivo.

De la figura 4 parece deducirse que, aunque sigue siendo escaso el número de estudios sobre control de la erosión agrícola, el número de

los abordados desde la perspectiva del LC tiende a aumentar ligeramente en los últimos años. Esta tendencia parece confirmarse si se invierten los términos. Teniendo en cuenta que EE.UU. es el país líder de la investigación en LC, y considerando, por ello, que los trabajos recogidos en la sección S-6 de la revista "Soil Science Society of America Journal" reflejan la orientación actual de las investigaciones sobre gestión y conservación de suelo y agua, se ha efectuado un recuento del total de trabajos publicados en dicha sección entre los años 1986 y 1989, y, dentro de ellos, de los correspondientes a LC. Mientras el total de trabajos se mantiene sin apenas variación, el porcentaje de los relativos a LC se ha duplicado (18% en 1986 frente a un 35% en 1989), apreciándose una tasa de crecimiento anual prácticamente constante.

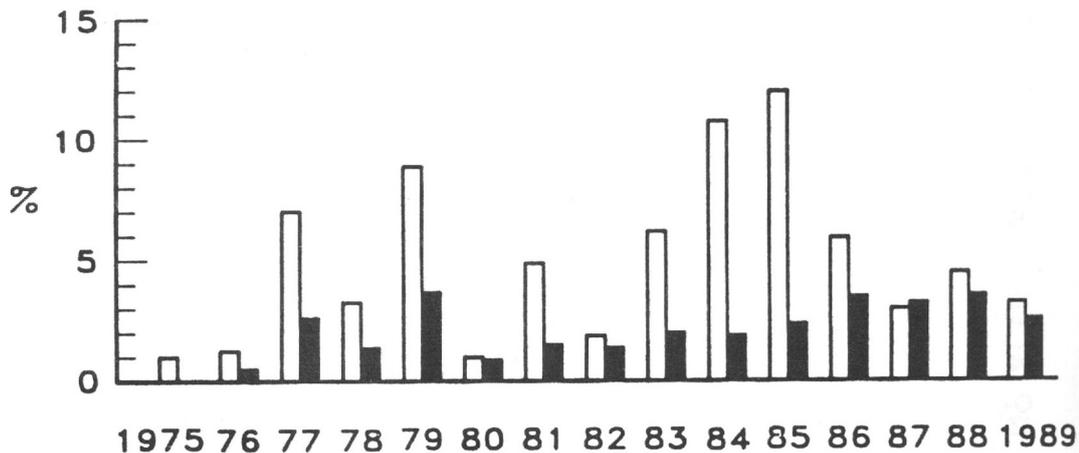


FIG. 4.—Evolución entre 1975 y 1989 de la contribución al total de publicaciones sobre laboreo, de las relacionadas con erosión y/o conservación de agua y suelo, y planteadas tanto desde la perspectiva del "laboreo de conservación" (barras negras) como desde la de otros aspectos (barras blancas).

La desproporción existente entre degradación del suelo debida, entre otros factores, a un manejo inadecuado y la investigación orientada al control de la misma, es mucho más patente en regiones con altos riesgos de erosión. En la región mediterránea, donde actualmente una de las causas determinantes de la erosión agrícola es un excesivo trabajo del suelo, derivado bien de cambios en los sistemas de manejo, bien de una intensificación de la mecanización, y donde solamente los agricultores más avanzados utilizan técnicas de laboreo reducido (Giordano, 1988), es necesario potenciar aún más las investigaciones sobre LC.

En el caso concreto de España, las cifras de pérdida de suelo bajo diferentes usos y aprovechamientos son realmente graves. Según los Mapas de Estados Erosivos, elaborados y publicados por el ICONA para las cuencas hidrográficas de los ríos Guadalquivir (1986), Tajo (1987), Ebro (1987), Júcar (1988) y Segura (1988), las estimaciones de pérdidas anuales de suelo en áreas de secano (Tabla 1) superan ampliamente los límites de tolerancia comunmente aceptados. En el caso de las cuencas del Ebro y del Guadalquivir, la contribución a la pérdida total de suelo desde estas áreas de cultivo supone prácticamente el 80%. Por

TABLA 1

Estimación de la pérdida de suelo en tierras de cultivo en régimen de secano en distintas cuencas hidrográficas.

| Cuenca | Cultivos de secano | Superficie | Pérdidas unitaria de suelo | Contribución a la pérdida total de suelo en la cuenca |
|--------------|--------------------|------------|--------------------------------------|---|
| | | % | t ha ⁻¹ año ⁻¹ | % |
| Tajo | Herbáceos | 32,4 | 31,7 | 48,7 |
| | Leñosos | 6,5 | 73,1 | 22,5 |
| Ebro | Herbáceos | 29,1 | 36,5 | 37,8 |
| | Leñosos | 8,3 | 134,4 | 39,4 |
| Júcar | Herbáceos | 18,3 | 22,2 | 14,1 |
| | Leñosos | 17,6 | 80,1 | 49,0 |
| Segura | Herbáceos | 20,8 | 18,5 | 15,7 |
| | Leñosos | 15,6 | 56,2 | 35,7 |
| Guadalquivir | Herbáceos | 30,8 | 51,8 | 35,8 |
| | Leñosos | 21,6 | 90,7 | 43,8 |

Fuente: Mapas de Estados Erosivos, ICONA 1986 - 1988.

TABLA 2

Distribución en la Depresión Media del Ebro de áreas con pluviometría inferior a 500 mm y de la superficie de éstas correspondiente a tierras de secano afectadas por una pérdida de suelo anual superior a 12 t ha⁻¹.

| Áreas con pluviometría media anual | Provincia | Superficie | Áreas de secano* | % | |
|------------------------------------|-----------|------------|------------------|--|------|
| | | | | Áreas de secano con pérdidas de suelo >12 t ha ⁻¹ año ⁻¹ | |
| < 400 mm | Huesca | 25.5 | 36.1 | | 53.0 |
| | Zaragoza | 55.5 | 59.8 | | 50.1 |
| | Teruel | 26.8 | 77.0 | | 59.3 |
| 400 - 500 mm | Huesca | 18.0 | 41.1 | | 44.3 |
| | Zaragoza | 36.1 | 76.0 | | 67.1 |
| | Teruel | 49.8 | 94.2 | | 58.1 |

* Datos estimados considerando todos los usos del suelo excepto los de regadío.

tanto, la adopción de prácticas de LC en estas áreas podría suponer una reducción importante de la erosión, tal como muestran, en principio, las estimaciones de Giráldez *et al.* (1989) para los principales cultivos de secano en la provincia de Córdoba.

El carácter semiárido de la mayor parte de la Depresión Media del Ebro, la naturaleza de sus suelos, así como las prácticas agronómicas tradicionales, acentúan los riesgos de erosión antes mencionados. Según nuestras estimaciones (Tabla 2), basadas en

los mapas arriba señalados, aproximadamente el 55% de las tierras de secano localizadas tanto en áreas con una pluviometría media anual entre 400 y 500 mm (secanos "semiáridos") como inferior a 400 mm (secanos "áridos"), presentan unas pérdidas de suelo anuales superiores a 12 t ha⁻¹. Estas cifras denotan la existencia de procesos degradativos que requieren revisar de manera urgente qué tipo de medidas de conservación se están actualmente empleando para su control.

OPORTUNIDAD DE UN PROGRAMA DE LC PARA LA DEPRESION MEDIA DEL EBRO

De la revisión bibliográfica efectuada, así como del análisis bibliométrico aquí presentado, se deduce que la mayor parte de la literatura sobre LC corresponde a regiones

húmedas, mientras que en las regiones semiáridas existen aún, especialmente desde el punto de vista medioambiental, lagunas de información importantes. De acuerdo con Lal

(1989), el LC no puede ser adoptado de forma aislada, sino que debe ir acompañado de un conjunto de prácticas culturales (manejo de residuos, rotación de cultivos, etc.) desarrolladas específicamente para distintas condiciones de clima, suelo, riesgos de erosión, tamaño de explotación, entre otros factores ambientales y socioeconómicos. En el caso de la Depresión Media del Ebro parece necesario iniciar un programa de investigación multidisciplinar sobre LC, a largo plazo, diseñado especialmente para la agricultura de secano. Este programa debería apoyarse en un estudio pormenorizado de los factores del medio físico (drenaje, erosión, profundidad radicular, régimen de temperatura del suelo, susceptibilidad a la sequía,

tendencia a la compactación, susceptibilidad a la formación de costras, etc.) condicionantes de una u otra práctica de LC. Sólo así podrán confeccionarse guías de aptitud del suelo para el LC lo suficientemente flexibles como para que el agricultor pueda aplicarlas a sus condiciones particulares de explotación. Las últimas encuestas realizadas en nuestro país (Valera, 1990) parecen indicar que los agricultores comienzan a percibir las ventajas del LC, incluida la reducción de la erosión. En este sentido, una segunda fase del programa sería evaluar, para distintos agrosistemas, la eficiencia del LC en la reducción del transporte de sedimentos, nutrientes y pesticidas hacia las aguas subterráneas y superficiales.

CONCLUSIONES

La dinámica actual de las investigaciones sobre laboreo de conservación sigue una curva de tipo exponencial. En el período 1975-89 el número de publicaciones sobre este tema se ha quintuplicado. Desde 1986 el número de referencias representa, aproximadamente, el 40% del total de trabajos sobre laboreo en general. Actualmente, la región de EE.UU. y Canadá lidera la producción científica mundial con un 60% de la misma. Por el contrario, la contribución de la región mediterránea es aún escasa (apenas un 5%) y ello a pesar de la importan-

cia de la conservación de los recursos de agua y suelo en esta región. En el caso de España las investigaciones encaminadas a promover la adopción de prácticas de laboreo de conservación, adaptadas a las condiciones locales de clima y suelo, deberían ser prioritarias; en las zonas semiáridas, como por ejemplo la Depresión Media del Ebro en la que se estiman pérdidas anuales de suelo superiores a 12 t ha^{-1} en aproximadamente el 55% de sus tierras de secano, estas investigaciones deberían orientarse, además, al control de la erosión agrícola.

BIBLIOGRAFIA

- BÄUMER, K. and EHLERS, W. (Eds.), 1989. Energy saving by reduced soil tillage. Commission of the European Communities, Report EUR 11258, Luxembourg.
- CORNISH, P. S., PRATLEY, J. E. (Eds.), 1987. Tillage, New Directions in Australian Agriculture. Australian Society of Agronomy, Inkata Press, Melbourne, Sidney.
- DIAZ-FIERROS, F., 1979. Análisis estadístico y sociométrico de la ciencia del suelo. An. Edafol. Agrobiol., 38: 331-347.
- GIORDANO, A., 1988. The project "Soil erosion risk and important land resources" in the CORINE program. En: Seminario CORINE. Madrid, M. O. P. U., Madrid.
- GIRALDEZ, J. V., LAGUNA, A. and GONZALEZ, P., 1989. Soil conservation under minimum tillage techniques in mediterranean dry farming. Soil Technol. Ser. 1: 139-147.
- ICONA (Ed.), 1986. Mapas de estados erosivos. Cuenca del Guadalquivir. Servicio de Publicaciones MAPA, Madrid.
- ICONA (Ed.), 1987. Mapas de estados erosivos. Cuenca del Tajo. Servicio de Publicaciones MAPA, Madrid.
- ICONA (Ed.), 1987. Mapas de estados erosivos. Cuenca del Ebro. Servicio de Publicaciones MAPA, Madrid.
- ICONA (Ed.), 1988. Mapas de estados erosivos. Cuenca del Júcar. Servicio de Publicaciones MAPA, Madrid.
- ICONA (Ed.), 1988. Mapas de estados erosivos. Cuenca del Segura. Servicio de Publicaciones MAPA, Madrid.
- LAL, R., 1989. Conservation Tillage for Sustainable Agriculture: Tropics versus Temperate Environments. Adv. Agron., 42: 85-197.
- MANNERING, J. V., GRIFFITH, D. R. and PARSONS, S. D., 1987. What will Conservation Tillage be like in Twenty Years? In: Future Developments in Soil Science Research, L. L. Boersma et al. (Eds.), 351-360, SSSA, Madison, WI, USA.
- SPRAGUE, E. M. and TRIPLETT, G. B., 1986. No - Tillage and Surface - Tillage Agriculture. Wiley, New York.
- UNGER, P. W., 1988. Sistemas de labranza para la conservación del suelo y del agua. Boletín de Suelos de la FAO 54, Roma.
- VALERA, A., 1990. Aceptación de las nuevas técnicas de laboreo por los agricultores. En: Jornadas Técnicas sobre "El Agua y el Suelo, Laboreo de Conservación". Sevilla, Junta de Andalucía. Sevilla.
- YAALON, D. H., 1964. Has soil research national characteristics? Soils and Fertilizers, 27: 89-93.

*Recibido de la Comisión: 21-5-91.
Aceptado para publicación: 23-10-91.*