

Las inquietudes de la ECAF

Protección del Suelo y Agricultura de Conservación

Beneficios medioambientales y económicos



Por: L. García-Torres¹,
A. Martínez-Virela²,
E. Gonzalez-Sanchez²,
A. Holgado-Cabrera³

El objeto de este trabajo es resumir las principales ideas expuestas en la ponencia sobre agricultura de conservación que se impartió en las Jornadas sobre Protección del Suelo organizadas por la DG Medioambiente de la UE y la DG Calidad Ambiental del MMA español (Soria, España, 15-17 de mayo de 2002). En la misma se describieron los principios en que se basa la agricultura de conservación, sus beneficios medioambientales y económicos, y su previsible evolución/aceptación en Europa como parte de las nuevas medidas agroambientales. Finalmente, se informó sobre la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAF) y asociaciones nacionales adscritas a la misma.

Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAF)

¹ Profesor de Investigación, CSIC, y presidente de ECAF.

² Director Ejecutivo de ECAF y técnico AEAC.SV.

³ Adjunto Dirección ECAF.

El laboreo intensivo del suelo altera drásticamente su estructura original dejándolo desprotegido y expuesto a la acción erosiva de los elementos.

PRINCIPIOS

El suelo es un recurso natural limitado sobre el que se sustenta las actividades agrarias (agrícolas, ganaderas y forestales), entre otras. Está interconectado con otros recursos naturales también esenciales para la vida del hombre, tales como el aire, el agua, la fauna y la flora. El suelo actúa como el factor intermedio y regulador más importante de la mayor parte de los procesos agrarios y por extensión de los efectos medioambientales de la agricultura. De ahí que se pueda decir, que si se maneja bien al suelo, los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente serán aceptables; y por el contrario, si se maneja mal al suelo, la agricultura ocasionará problemas a los otros medios o recursos que el hombre necesita (agua, fauna, flora, atmósfera).

La agricultura tradicional o convencional basa gran parte de sus operaciones o prácticas de cultivo en el laboreo del suelo (labores de inversión, tales como el arado de vertedera o grada de disco, o bien verticales, tales como la de cincel, grada de "púas" y otros aperos). El laboreo del suelo altera drásticamente su estructura original, desagrega sus agregados naturales y entierra los residuos de la



cosecha anterior. Y como consecuencia de lo anterior el suelo queda desprotegido y expuesto a la acción de la lluvia y del viento (erosión hídrica y eólica, arrastre de sedimentos), reduce su contenido de materia orgánica y su biodiversidad, y se producen emisiones innecesarias de CO₂ a la atmósfera. Se puede decir que tal agricultura de laboreo se inició en el Imperio Romano con el desarrollo del arado romano, y que ha desarrollado tremendamente su capacidad de laboreo del suelo en la segunda mitad del siglo XX, con la fabricación masiva de tractores de gran potencia capaces de accionar implementos muy agresivos para el suelo.

Afortunadamente, en las últimas décadas se ha desarrollado la **agricultura de conservación** que trata de alterar el perfil del suelo lo menos posible, dejando a éste permanentemente protegido de la acción de la lluvia y el viento por la acción de los residuos vegetales del cultivo anterior (rastrajo) y de los "culti-

vos cubiertas", cuya misión es precisamente la protección del suelo en el periodo o fases que transcurren entre los cultivos que se implantan con fines económicos. La siembra directa, el laboreo reducido o mínimo y los cultivos cubiertas en plantaciones de árboles son diversas modalidades de la agricultura de conservación.

AGRO-MEDIO AMBIENTE Y TIPOS DE AGRICULTURA

Son bien conocidos los efectos medioambientales negativos que la agricultura convencional produce con respecto al medioambiente, y que pueden listarse como sigue:

- Erosión del suelo / desertificación.
- Reducción de su contenido de materia orgánica
- Reducción de la biodiversidad.
- Aumento de la compactación del suelo.
- Emisiones superfluas de CO₂ a la atmósfera.
- Menor almacenamiento de agua en el perfil del suelo.

En este trabajo se prestará atención solamente a algunos de estos importantes epígrafes.

Erosión y desertificación. La erosión y por extensión la desertificación del suelo son problemas bien conocidos en Europa y en particular en España, y en gran medida atribuible a las prácticas agrícolas convencionales antes referidas (laboreo del suelo). Lo anterior no nos debe sorprender porque la agricultura española todavía practica mayoritariamente unas técnicas muy agresivas para el suelo (laboreo convencional). Lo deja desprotegido, desagregado, expuesto a la lluvia, propicio al arrastre de sedimentos y consiguiente contaminación de las aguas superficiales, con un contenido de materia orgánica y de biodiversidad muy bajo, y emitiendo innecesariamente CO₂ a la atmósfera, entre otros aspectos a considerar. La desertificación es una consecuencia más de lo anterior. La solución a dichos problemas es cambiar las técnicas de cultivos, adoptando las

Tabla 1. Número medio de organismos vivos por hectárea de suelo arable (>25 cm).
Fuente: Pimentel et al., Science 1995, 1118-25.

Artrópodos	1.000 kg
Miceobios	Billones
Algas	150 kg
Hongos	2.700 kg
Lombrices	1.000 kg
Protozoos	150 kg
Bacterias	1.700 kg

"conservacionistas", en las que el suelo esta permanentemente protegido por el rastreo/ residuos de cultivo anterior/ "cultivos cubiertas". Toda esta tecnología ya está muy desarrollada, científicamente contrastada, y en España algo introducida (10-15%), sí bien todavía queda un largo camino por recorrer hasta que se alcancen unas cotas aceptables en agro-medioambiente.

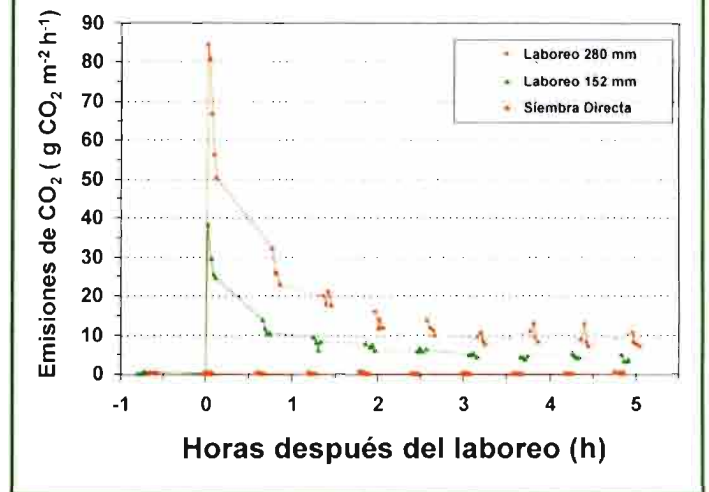
Materia orgánica. También deben de mencionarse que el laboreo del suelo es la causa principal de las emisiones de CO₂ del suelo a la atmósfera, y a largo plazo del descenso del contenido de materia orgánica en el suelo (Fig. 1 y 2). Se puede pues afirmar categóricamente que dado que la gran mayoría de los suelos agrícolas europeos y españoles en particular han sido laboreados durante décadas su contenido de materia orgánica es aproximadamente la mitad del que debieran tener originalmente; lo que a su vez implica que se tengan que usar elevadas dosis de fertilizantes para alcanzar un determinado nivel productivo.

Biodiversidad. También es muy importante señalar que el laboreo del suelo disminuye drásticamente la

biodiversidad del medio agrario. Es importante considerar que ésta está constituida por las especies que viven sobre la superficie del suelo (p.e., poblaciones de aves), en la interfase atmósfera-suelo (p. e. pequeños mamíferos y reptiles) y en el suelo propiamente dicho (Tabla 1). En términos generales, la mayor parte de los organismos antes citados y sobre todo los organismos que en el suelo propiamente dicho se benefician en gran medida las técnicas conservacionistas (no laboreo del suelo) en comparación con la agricultura tradicional (laboreo del suelo). Más aún la acción de los organismos que viven en el suelo es tremendamente importante para mantener su estructura y fertilidad natural. De ahí que se afirme que la calidad de vida (biodiversidad) en suelo es lo que determina su productividad potencial (Dr. Victor, Jordan, SMI, Gran Bretaña).

Un esquema explicativo de las interacciones de los residuos vegetales en el suelo y las ventajas medioambientales que conlleva el secuestro del carbono en el suelo que ocurre con las técnicas de conservación se indica en

Figura 1. Emisiones de CO₂ del suelo a la atmósfera debido a las labores. (Don Raikoski, WCCA, 2001).



las Figuras 3 y 4 respectivamente. De ahí, que a la agricultura de conservación también se le conozca como *agricultura del carbono*.

Por otro lado, son también conocidos las diferentes modalidades o tipos de agricultura que se han desarrollado en las últimas décadas, en gran medida para intentar dar respuesta a los problemas de ambientales de la agricultura. Pueden listarse entre otras las siguientes:

- Agricultura integrada/ producción integrada.

- Agricultura orgánica.
- Agricultura extensiva.
- Agricultura de conservación.

Es de interés analizar qué problemas ambientales realmente resuelven los tipos de agricultura antes indicadas y cuales no.

Agricultura integrada: se puede entender por tal la que combina, "o integra", los diferentes conocimientos existentes sobre protección, producción y fisiología de cultivos a fin de que el uso de fitosanitarios y fertilizantes, entre otros insumos, sean lo más acepta-

Figura 2. Descenso de materia orgánica en los suelos vs. años de laboreo convencional. (Jim Kinsella, SWCS, 1995).

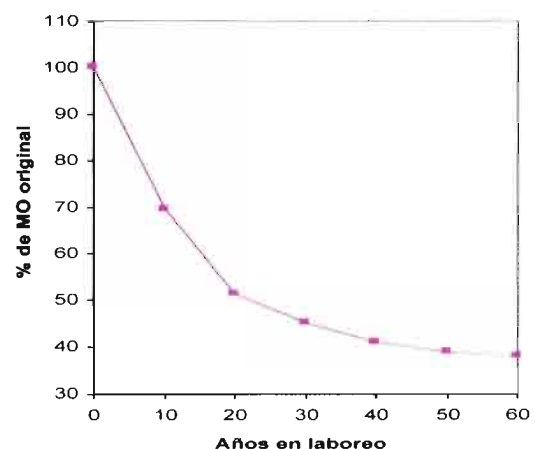
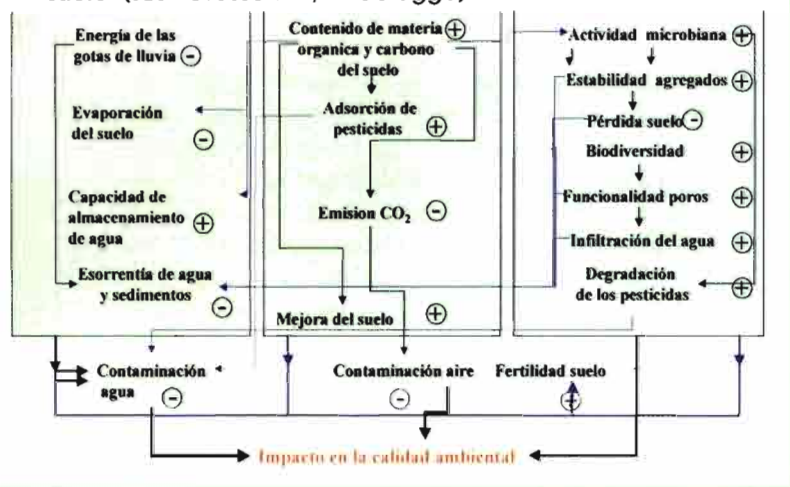


Figura 3. Interacciones de los residuos vegetales sobre el suelo. (JLU- Gressen Ifl; F. Tebrügge).



bles posible para el medioambiente. Se trata de usar los fitosanitarios de menor impacto ecotoxicológico, aplicar los fertilizantes en varios momentos y a dosis reducidas para disminuir en lo posible su lixiviación, entre otras prácticas positivas. Esta modalidad de agricultura está recogida entre las medidas agroambientales actualmente en vigor en España (RD 4/ 2002, de 13 de enero). No obstante lo anterior, hay que señalar que la Agricultura Integrada debe de recoger también las técnicas conservacionistas para enfrentarse a los principales problemas agroambientales antes mencionados (erosión/ desertificación, contaminación de las aguas superficiales y bajo contenido de M.O. de los suelos, entre otros).

Agricultura orgánica: se define como tal la que no usa ni fitosanitarios ni fertilizantes de síntesis. Esta regulada por una Directiva de la UE y por numerosos reglamentos nacionales. Desde un punto de vista medioambiental su efecto potencial positivo es la ausencia de residuos de pestici-

das en los alimentos. No obstante debe de recordarse que dicho problema no existe en la mayoría de los cultivos / sistemas agrícolas, en los que aún aplicando fitosanitarios o no se detecta residuos de los mismos o se detectan a muy bajas dosis sus efectos para el medioambiente, incluyendo en este el hombre y la fauna en general. En otras palabras, las regulaciones de uso de los fitosanitarios garantizan su inocuidad ecotoxicológica con un amplio margen de

seguridad. Por otro lado, debe señalarse que la agricultura orgánica o ecológica no da solución alguna a los principales problemas agroambientales antes mencionados (erosión/ desertificación, contaminación de las aguas superficiales y bajo contenido de M.O. de los suelos, entre otros) a menos que también integre las técnicas conservacionistas de protección del suelo, y que el no uso de fertilizantes y pesticidas de síntesis conlleva un descenso de la

producción y de la calidad.

La agricultura extensiva trata de reducir el consumo de fertilizantes y pesticidas. Está recogida entre las medidas agroambientales actualmente en vigor (RD 4/2002, de 13 de enero). Sus planteamientos, beneficios y limitaciones medioambientales potenciales son parecidos a los de la agricultura integrada. Por lo que también debe recoger las técnicas conservacionistas para enfrentarse a los principales problemas agroambientales antes mencio-

Tabla 2. Movilización de nutrientes en agricultura de conservación (no laboreo, NL) en comparación a la agricultura convencional (laboreo/suelos labrados, L).

Fuente: Conservation Technology Information, CTIC Partners, 2000, no 1, p. 7, University of Purdue, Indiana, USA)

Profundidad Suelo cm	Carbono (%)		Nitrógeno (%)		Fósforo (ppm)	
	NL	L	NL	L	NL	L
0-5	2.5	1.0	0.3	0.1	100	20
10-15	1.3	1.0	0.2	0.1	10	40

Figura 4. Secuestro de Carbono en el Suelo: ventajas medioambientales. (Don Raikoski, WCCA, 2001).

- Aumenta la capacidad de almacenamiento y la eficiencia en el uso del agua
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico
- Reduce la erosión del suelo
- Mejora la calidad del agua
- Mejora la infiltración, menos esorrentia
- Disminuye la compactación del suelo
- Mejora la estructura del suelo
- Reduce la contaminación del aire



Carbono

El eje central de la calidad ambiental

- Reduce la aplicación de fertilizantes
- Aumenta la capacidad reguladora del suelo
- Incrementa la actividad biológica
- Aumenta el ciclo y almacenaje de los nutrientes
- Incrementa la diversidad de microflora
- Aumenta la adsorción de pesticidas
- Da buena apariencia al suelo
- Aumenta la capacidad para manejar estiércoles y otros desechos
- Más fauna

Tabla 3. Consumo energético medio de algunas operaciones de laboreo (John Nalewaja, 2001)

Operaciones	Consumo de diesel (l/ha)	Consumo energético (kcal/ha)
Arado de vertedera	16,81	256.669
Cultivador	5,61	52.285
Grada de disco	6,55	61.046
Arado de cincel ("chisel")	8,89	82.855
Rastra	3,37	30.476
Pase sin laboreo del suelo	0,94	8.761

nados (erosión/ desertificación, contaminación de las aguas superficiales y bajo contenido de M.O. de los suelos, entre otros). En otro caso sus logros medioambientales serían muy limitados y de difícil seguimiento.

ECONOMÍA DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN VS. DIVERSAS OPERACIONES AGRÍCOLAS

En este apartado nos referimos a las ventajas económicas y medioambientales de diversas operaciones de la agricultura de conservación en sus modalidades de excelencia: siembra directa en cultivos anuales y cultivos cubierta en cultivos perennes (arbóreos).

Fertilización. Después de

no labrar el suelo y de depositar sobre él mismo los residuos del cultivo anterior durante varios años, se aumenta considerablemente el contenido de materia orgánica en su capa más superficial, lo que, entre otros buenos beneficios, proporciona una mucho mayor movilización de nutrientes (Tabla 2), que permite reducir en gran medida la dosis de fertilizantes a medio/largo plazo (3-5 años) desde que se inician estas técnicas. Debe de recordarse que la fertilización es uno de los insumos/ gastos de cultivo más importantes de la mayoría de las situaciones / sistemas agrarios de alta producción.

Ahorro energético. Gran parte de las ventajas econó-

micas de la agricultura de conservación sobre la convencional se debe al ahorro energético que supone la ausencia del laboreo del suelo, y que se refleja en la Tabla 3. Por otro lado, en la Tabla 4 se indica para diversos cultivos o sistemas de cultivos, el ahorro medio en energía, tiempo o dinero de la agricultura de conservación en comparación con la convencional, según estimaciones de Hernanz & Sánchez- Girón, 1997, Universidad Politécnica de Madrid. Extensa información sobre las ventajas económicas de la agricultura de conservación están descritas en el sitio WEB de la FAO que se indica a continuación:

www.fao.org/waicent/agricult/ags/AGSE/present/conser.HTM

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN: LA REVOLUCIÓN AGROAMBIENTAL Y ECONÓMICA DEL SIGLO XXI

La agricultura de conservación está muy desarrollada en diversos países tales como EE.UU., Canadá, Argentina, Brasil y Australia. EE.UU. fue el primer país que comenzó a apoyarla en 1986 como un medio eficaz para combatir la erosión del suelo. Globalmente se estima que en solo cultivos anuales posiblemente ya se alcancen los 80 M ha en siembra directa. El desarrollo de este sistema de cultivos en Argentina y Brasil ha sido espectacular en los últimos 8-10 años, sobrepasándose

en estos países los 9 y 12 M ha, respectivamente.

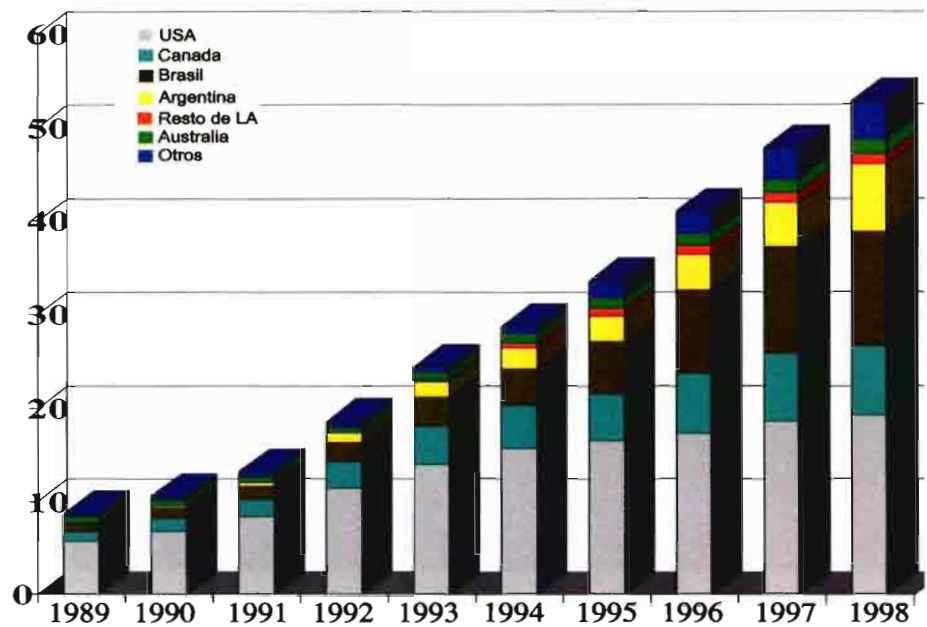
En Europa, sin embargo, el desarrollo de la agricultura de conservación ha sido hasta ahora bastante más débil que en los otros países de mundo citados. España y Portugal, con un 15-20% y 10%, aproximadamente, de su superficie agrícola cultivados en régimen de conservación, son los países europeos pioneros al respecto. Entre las razones de la lenta adopción de la agricultura de conservación en Europa en la década 1990-2000 pueden citarse lo siguientes: a) bajo nivel de información sobre agro- medioambiente tanto en las administraciones como en los agricultores; b) escaso apoyo institucional por parte de las administraciones; c) escasa presión de ahorrar costes por parte de los agricultores, lo que podrían conseguir mediante la adopción de las técnicas conservacionistas. Por el contrario, los agricultores al recibir desde principios de la década de los 1990 subsidios agrarios "por superficie" o "compensatorios" han obtenido rentas aceptables sin contraprestaciones medioambientales apreciables; y c) escasa transferencia de tecnología conservacionista.

No obstante lo anterior, es muy previsible que en los próximos años la agricultura de conservación se adopte en gran medida en Europa. La mayor concienciación agroambiental por parte de las administraciones, y en particular la previsible aprobación y desa-

Tabla 4. Ahorro medio en energía, tiempo o dinero de la agricultura de conservación en comparación con la convencional (Hernanz & Sánchez- Girón, 1997, Universidad Politécnica de Madrid).

Ahorro energético media	15-50% 31,5 L gasoil año ⁻¹
Plantaciones de olivo	60-80 L gasoil año ⁻¹
Ahorro monetario media en cultivos anuales	40-60 EUROS año ⁻¹
Ahorro monetario media en mantenimiento de maquinaria	97 EUROS año ⁻¹

Figura 5. Evolución de la siembra directa en diversos países



rollo de la Comunicación de la UE sobre Protección del Suelo sin duda propiciarán la agricultura de conservación, como modalidad de agricultura efectiva para hacer frente a los retos/ problemas agro-ambientales. Esto unido al descenso de los subsidios agrarios “por superficie” o “compensatorios” previstos en la nueva PAC aumentará la necesidad por parte de los agricultores de ahorrar costes y por consiguiente de adoptar las técnicas de conservación.

La masiva adopción de la agricultura de conservación en Europa es un verdadero reto revolucionario muy positivo para el medioambiente y para la economía. Dicho cambio no es fácil para los agricultores pues supone un cambio de técnicas/ operaciones importantes en el manejo de los cultivos. Léase una actualización de conocimientos, de aprendizaje de nueva técnicas, tales como las de siem-

bra directa y de uso de herbicidas en el manejo de las cubiertas vegetales y control de nuevas especies de malas hierbas, entre otras. Y también una cierta inversión en la modernización/ actualización del parque de maquinaria de las explotaciones. Todo lo anterior está en sintonía con los intereses comerciales de algunas empresas agrarias, y no de otras.

ECAF

La Federación Europea Agricultura de Conservación (ECAF) reúne a un conjunto de científicos y técnicos europeos interesados en la transferencia de tecnología y adopción de las prácticas conservacionistas, que como se ha descrito antes esencialmente consisten en alterar la parte más superficial del suelo lo menos posible y hacer

que permanezca permanentemente protegido por residuos vegetales/ rastrojo del cultivo anterior y/ o cultivos cubierta. ECAF no está relacionada con productos o equipos comerciales algunos. Actualmente pertenecen a ECAF catorce asociaciones nacionales de los siguientes países: Alemania, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Francia, Finlandia, Gran Bretaña, Grecia, Hungría, Italia, Irlanda, Portugal y Suiza.

AEAC.SV, Asociación Española de Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV) SPAIN, Alameda del Obispo, s/n Apartado 4084 14080 Córdoba (Spain); e-mail: amartinez@aeacsv.org; Web: www.aeac-sv.org

AIGACoS, Associazione Italiana per la Gestione Agronomica e Conservativa del Suolo (AIGACoS) ITALY, località Zimarino - S.S. 16 Nord, 240 66054 VASTO (CH) - Italy e-mail: pisante@cotir.it; Web: www.aigacos.it

La Agricultura de Conservación aumenta el contenido en M.O. permitiendo reducir la dosis de fertilización a medio/largo plazo.





La adopción de la AC en Europa es un reto que será muy positivo para el medioambiente y la economía, pero no es fácil, ya que requiere cambios de técnicas en el manejo de los cultivos.

APAD, Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable (APAD) FRANCE. 6, rue Roger Bacon 75017 Paris (France);

e-mail: apadorg@compuserve.com.

Web: www.apad.asso.fr

APOSOLO Associação Portuguesa de Mobilização de Conservação do Solo (APOSOLO) PORTUGAL, Universidade de Évora Deptº de Fitotecnia. P-7002-554 ÉVORA e-mail: gb@dfit.uevora.pt. Web: www.aposolo.pt

BARACA, Belgian Association in Research Application on Conservation Agriculture (BARACA) BELGIUM, Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture, Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux Département Génie Rural, Chaussée de Namur, 146, 5030 Gembloux. BELGIUM

CAIR, Conservation Agriculture Ireland, Unit

C2, Dunshaughlin Business Park, Dunshaughlin, Co. Meath, IRELAND;

e-mail: john.b.geraghty@pharmacia.com

FINCA, Finnish Conservation Agriculture, Myllytie 169, 27800 SÄKYLÄ, FINLAND.

e-mail: agro@propax.fi

FRDK, Foreningen for reduceret jordbearbejdning i Danmark (FRDK), DENMARK, Samsogade 3, DK-8700 Horsens Denmark.

e-mail: BeA@ro.dk.

Web: www.frdk.dk

GKB, Gesellschaft für Konservierende Bodenbearbeitung (GKB) GERMANY, Dorfstrasse, 9 13051 Berlin (Germany);

e-mail: jan.epperlein@rz.hu-berlin.de

Web: www.gkb-ev.de

HACA, Hellenic Association for promotion of Conservation Agriculture (HACA) GREECE, University of Thessaly Fytoko

Street, N. Ionia (Magnisis) 34446 Greece.

e-mail:

gemos@agr.uth.gr

TMME Hungary Conservation Agriculture Association.

e-mail:

pupika@axelero.hu]

SMI, UK Soil Management Initiative (SMI) UNITED KINGDOM.

The UK Soil Management Initiative Ltd. 1 The Paddocks, Powey Lane, Mollington, Chester CH1 6LH, UK;

vwjordan@tinyworld.co.uk

Web: www.smi.org.uk

SNT, Swiss Soil Conservation Association (SNT Swiss No-Till) SWITZERLAND

Baumgartenstrasse 33, CH-3018 Bern, Phone: 0041-31-991 50 07;

e-mail: sturny@no-till.ch

SNTC, Association for development of no-tillage technologies in plant production) SLOVAK NO-TILL CLUB (SNTC), SLOVAK REPUBLIC.

VURV, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piestany, Slovak Republic;

e-mail: lehocka@vurv.sk

REFERENCIAS

CTIC, Conservation Technology Information. CTIC Partners, 2000, no 1, p. 7, University of Purdue, Indiana.

Hernanz-Martos J.L. and V. Sanchez-Girón, 1997. Uso de energía en sistemas de laboreo, p. 245-256. en Agricultura de Conservación, fundamentos agronomicos, ambientales y económicos, AEAC/SV), Cordoba, Spain, pp. 372.

Jordan V., SMI, U.K. (comunicación personal).

Kinsella, Jim. 1995. The effect of various tillage systems in soil compaction, p.15-17. In: Farming for a Better Environment, A White Paper. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, pp. 67.

Nalewaja, J. 2001. Weeds and conservation agriculture. World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, Vol. I, 191-200.

Pimentel D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist,

L. Shpritz, L. Fitton, R. Safouri, R. Blair. 1995. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. Science, 267, 1117-1123.

Reicosky, D.C. 1995. Impact of tillage on soil as a carbon sink p. 50-53. In: Farming for a Better Environment, A White Paper. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, pp.67.

Tebbrugge, F. Justus-Liebig University, Giessen, Germany (comunicación personal)