

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N24 | AGRICULTURA DE CONSERVACIÓ

Octubre 2007

P03 Agricultura de conservació a Catalunya. Avantatges productius, econòmics i mediambientals **P08** Fertilització nitrogenada en agricultura de conservació **P12** Maneig de restes vegetals del cultiu en agricultura de conservació **P16** Agricultura de conservació i la biodiversitat **P19** Fixació de matèria orgànica i segrest de CO₂ **P24** L'Entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Alimentació i Acció Rural**
www.gencat.cat/darp



PRESENTACIÓ



José Luis Arrúe Ugarte

Director de l'Estació Experimental d'Aula Dei, CSIC, Zaragoza

Com a professional dedicat a l'estudi i avaluació de tecnologies de maneig i conservació de l'aigua i del sòl en sistemes agrícoles de secà, és un plaer presentar aquest número de DOSSIER TÈCNIC dedicat a l'Agricultura de Conservació (AC), per un doble motiu: la rellevància actual del tema, tant des del punt de vista agronòmic com mediambiental i l'interès de les dades i dels resultats bàsics que es mostren en els diferents capítols.

Tot i que no disposem de xifres oficials sobre la superfície conreada amb tècniques d'AC (treball de conservació en conreus herbacis i utilització de cobertes vegetals en conreus llenyosos), el fet és que l'adopció d'aquestes tècniques ha augmentat de forma molt notable en els darrers anys, pràcticament en totes les Comunitats Autònomes. Estimacions recents del MAPA xifren en aproximadament 600.000 hectàrees conreades, solament amb tècniques de sembra directa, en el nostre país. Pel que fa a la superfície total conreada amb tècniques d'AC, es podria superar actualment els tres milions d'hectàrees, segons l'Asociación Española de Agricultura de Conservación / Suelos Vivos (AEAC/SV).

Ara bé, per poder certificar la viabilitat de qualsevol pràctica d'AC en una determinada localitat o comarca cal dur a terme una experimentació a mig i/o llarg termini, feta pel productor en la seva pròpia explotació, o pels investigadors i tècnics, en assajos de camp de llarga dura-

da. En aquest sentit s'ha d'assenyalar que la informació presentada en aquest número de DOSSIER TÈCNIC és el resultat d'una tasca sistemàtica portada a terme en experiments de llarga durada, alguns d'ells iniciats fa més de vint anys.

El capítol sobre AC a Catalunya informa clarament dels avantatges i de les raons del grau d'adopció actual d'aquesta tecnologia, entre d'altres, l'estalvi de temps de labors i de combustible i una major acumulació d'aigua i matèria orgànica en el sòl. En el capítol dedicat a l'eficiència de la fertilització nitrogenada en AC, els autors presenten importants resultats sobre la influència del sistema de conreu en la resposta del cultiu a l'esmentada fertilització i en el balanç de nitrogen en el sòl en campanyes de contrastada pluviometria.

D'altra banda, l'èxit de les tècniques d'AC ve determinat per un maneig correcte dels residus de collita i sobre aquest aspecte particular els autors presenten la problemàtica que hi va associada i les seves recomanacions per al maneig de la coberta vegetal en zones d'alta i baixa producció de residus. L'augment de la diversitat biològica en els ecosistemes agrícoles és un altre dels beneficis de l'AC. Sobre aquest fet els autors ens mostren observacions sobre els efectes del conreu i del no conreu, en la població de llambrics i ens fan unes recomanacions per al control de males herbes, plagues i malalties.

Per últim, en el capítol dedicat al segrest de carboni en sistemes d'AC, que alguns experts han anomenat "el cultiu del carboni", els autors ens presenten resultats fonamentals sobre la influència del sistema de conreu en l'acumulació de matèria orgànica en la capa de labor i en les emissions de CO₂ des d'aquesta a l'atmosfera.

Estic plenament convençut que els lectors del DOSSIER TÈCNIC interessats a millorar el seu coneixement en matèria d'Agricultura de Conservació trobaran en aquest número resposta a molts dels interrogants que planteja la pràctica d'aquesta tecnologia.

Dossier Tècnic. Núm. 24
"Agricultura de conservació"
Octubre de 2007

Edició

Direcció General d'Agricultura, Ramaderia i Innovació. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya.

Consell de Redacció

Joan Gené Albesa, Ramon Lletjós Castells, Ramon Jové Miró, Jaume Sió Torres, Elisabet Cardoner Martí, Xavier Esteve Guiu (DG02), Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Santiago Riera Lloveras (Premsa), Joan S. Minguet Pla i Josep M. Masses Tarragó.

Coordinació

Josep Maria Masses Tarragó.

Producció

Teresa Boncompte Ribera i Josep Maria Masses Tarragó.

Traducció del castellà

Marta Flores.

Correcció estilística i lingüística

Teresa Boncompte Ribera.

Assessorament lingüístic

Joan Ignasi Elias Cruz.

Grafisme i maquetació

Quin Team!

Impressió

El Tinter
(empresa certificada ISO 14001 i EMAS)
Paper 50% reciclat i 50% ecològic.

Dipòsit legal

B-16786-05
ISSN: 1699-5465

El contingut dels articles és responsabilitat dels autors. DOSSIER TÈCNIC no s'hi identifica necessàriament. S'autoritza la reproducció total o parcial dels articles citant-ne la font i l'autor.

DOSSIER TÈCNIC es distribueix gratuïtament. En podeu demanar més exemplars a l'adreça: dossier@ruralcat.net

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta
08007 - Barcelona
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02
e-mail: dossier@ruralcat.net

Més recursos, enllaços i versió electrònica a la web de RuralCat:
www.ruralcat.net

Foto portada:

Camps de sembra directa de colza a la Segarra.
Foto: C. Cantero.

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓ A CATALUNYA

AVANTATGES PRODUCTIUS, ECONÒMICS I MEDIAMBIENTALS



Explotació de sembra directa a Salvanera (la Segarra). 25 anys de sembra directa. Foto: C. Cantero.



Camps experimentals de sistemes de conreu i sembra directa a Agramunt (l'Urgell). 21 anys. Foto: C. Cantero.

01 L'Agricultura de Conservació

L'Agricultura de Conservació (AC) ha nascut recentment com un sistema de producció que busca la sostenibilitat dels sistemes agrícoles des de l'àmbit de la conservació dels recursos naturals com són el sòl i l'aigua. L'AC deriva de les tècniques de Conreu de Conservació que es van desenvolupar als EUA a la primera meitat del segle XX en resposta als problemes d'erosió i pèrdua de qualitat dels sòls en àmplies zones de les Grans Planes americanes. Aquestes van ésser sotmeses, amb l'arribada dels colons i la mecanització, a intensos conreus que van convertir aquests grans prats naturals en zones agrícoles de producció de cereal.

L'objectiu principal dels investigadors i tècnics americans va ésser veure si reduint el conreu s'aconseguien els mateixos rendiments evitant els problemes d'erosió i degradació del sòl com a conseqüència de les pluges intenses i dels forts vents. Curiosament, van aconseguir fins i tot sembrar sense llaurar (no conreu – sembra directa) mantenint els rendiments. Per a fer-ho van tenir l'ajuda del desenvolupament de la mecanització, gràcies a la qual es va aconseguir dissenyar i desenvolupar maquinària capaç d'introduir la llavor en el sòl sense conreu previ; i també de l'aparició dels herbicides de síntesis que eren capaços de controlar les males her-

bes existents prèvies a la sembra, substituint el conreu preparatori que s'utilitzava per a fer-ne el control.

L'objectiu pretès es va acomplir i es van reduir dràsticament els processos d'erosió hídrica i eòlica. Tanmateix, curiosament es van adonar que havien millorat altres aspectes que afavorien la producció agrícola gràcies a la conservació del sòl i de l'aigua. De seguida, a curt termini i a nivell general, van comprovar que l'acumulació de l'aigua en el sòl era més gran a mesura que es reduïa el sistema de conreu, arribant fins i tot al no conreu; hi havia més aigua disponible per als cultius, es millorava la producció i, per damunt de tot, l'estabilitat del rendiment. També van observar a més llarg termini que la matèria orgànica del sòl es mantenia o fins i tot es recuperava, en contraposició al que succeïa en els sistemes de conreu intensiu, en els quals existia una contínua pèrdua d'aquesta matèria. Es recuperava, així, l'estructura del sòl, s'incrementava la capacitat d'emmagatzematge d'aigua i es recuperava l'activitat biològica del sòl. Estudis posteriors han posat de manifest que també s'afecta positivament fins i tot aspectes més llunyanament relacionats, com són la recuperació biològica i la biodiversitat dels sistemes agrícoles. En definitiva, s'aconsegueix a mig i llarg termini un sistema de producció més sostenible des dels àmbits productiu, agronòmic i mediambiental.

Actualment l'AC inclou les diferents variants de sistemes de conreu reduït (conreu vertical amb cisell, conreu mínim amb cultivador, conreu a les bandes de sembra), sembra directa – no conreu, utilització de cobertes vegetals en fruiters de regadiu i secà, cultius coberta i algunes altres més particulars. En qualsevol cas, totes elles han de mantenir una coberta vegetal morta o viva, que té com a objectiu protegir el sòl. El Centre Tecnològic per a la Conservació de Sòls dels Estats Units ho va quantificar en què la coberta havia de produir una cobertura de més del 30% de sòl per a tenir efectivitat.

Tots els avantatges de l'AC s'aconsegueixen sobre la base de dos pilars bàsics. El primer és la disminució radical i gairebé total de la intervenció (conreu) sobre el sòl, que permet recuperar la seva estructura; i el segon és el manteniment dels residus de collita (palla, rostoll, etc.) sobre la superfície del sòl, que també s'anomena en el llenguatge tècnic "mulching". D'una banda, aquest manteniment és beneficiós per a l'economia i conservació de l'aigua, ja que disminueix l'impacte de la pluja sobre el sòl i genera un menor encrostament, un menor escolament i més oportunitat d'infiltració de l'aigua dins del sòl. D'altra banda, el rostoll i la palla eviten l'evaporació de l'aigua que ja es troba emmagatzemada en el sòl i que resta disponible per al cultiu. Al mateix temps, aquests residus i les arrels dels cultius que no són intensament llaurats entren



L'AC és un nou concepte de Sistema de Producció Integrada Sostenible en el qual la tecnologia de cultiu està ajustada a aspectes agronòmics, mediambientals i econòmics.



A dalt, parcel·la experimental a Agramunt (l'Urgell). Foto: C. Cantero.
A sota, camp experimental de maneig de palla i rostoll a Coscó (l'Urgell). Foto: C. Cantero.

dins d'un cicle de menor mineralització i de més lenta descomposició de la matèria orgànica. Això permet reconstruir l'estructura del sòl a partir dels seus agregats, aportant aliment per a la fauna i per als microorganismes del sòl, que li donen més capacitat biològica.

Certament, no tot són avantatges i també han sorgit inconvenients en el desenvolupament i l'estabilització d'aquestes tècniques. En alguns sòls mal estructurats i amb una textura extrema (molt arenosos, molt llimosos o molt argilosos) la viabilitat de les tècniques ha estat molt costosa, i fins i tot ha estat impossible arribar al no conreu. Han aparegut problemes amb plagues i malalties afavorides pel manteniment del residu i també per la no intervenció sobre el sòl. La inversió de la flora ha fet desenvolupar espècies que a vegades són de difícil control. El canvi de règim de mineralització ha causat, de vegades, depressions en la correcta nutrició del cultiu. Tots aquests inconvenients han estat resolts o s'estan intentant resoldre, però ens fan veure que aquestes tècniques no són només un sistema de llaurar o no llaurar, o de sembrar (arrossegant altre tipus de sembradora). L'AC és un nou concepte de sistema de producció en el qual hem de considerar i reajustar les altres tècniques de producció, com són el control de plagues, malalties o males herbes; hem d'establir noves estratègies de fertilització, o fins i tot considerar l'ús d'altres varietats o de dates i dosis de sembra diferents a les que habitualment utilitzem amb el conreu intensiu. El premi final és que tenim un sistema de producció més sostenible i ajustat a les consideracions agronòmiques i mediambientals.

Les tècniques d'AC són, en definitiva, un component molt important d'allò que podríem definir com els sistemes de Producció Integrada, que són ara per ara el model més sostenible si considerem una proposta d'agricultura sostenible per a tot el planeta.

02 Situació actual de l'Agricultura de Conservació a Catalunya

Les tècniques de conreu de conservació i, per tant l'AC, van iniciar el seu desenvolupament a Catalunya ja fa més de 25 anys, si considerem estrictament el sistema de sembra directa – no conreu. Si, per contra, considerem la reducció del conreu com un inici d'aquestes tècniques, potser podríem parlar d'un temps abans. Cal tenir en compte, no obstant, que el concepte

de conreu mínim o conreu reduït que s'utilitza de vegades entre els nostres agricultors no és estrictament conreu de conservació, ja que tot i que es redueix la profunditat del conreu i no es fa volteig, el nombre de passades i el tipus de conreu no deixa ni manté residus a la superfície i per això no s'obtenen tots els avantatges de l'AC. També hi ha zones a Catalunya on el conreu intensiu és encara força emprat, especialment a les zones de regadiu de cultius extensius.

Es pot considerar Catalunya, juntament amb Navarra, dues de les zones on abans es va establir l'ús habitual d'aquesta tecnologia a Espanya. Els seus començaments a les zones de secà de l'interior (comarques de la Segarra i l'Urgell) van ésser irregularment distribuïts i acceptats entre els agricultors, tal com succeeix amb qualsevol sistema innovador. També cal considerar que fa 25 anys la maquinària per a sembra directa era en els seus inicis de desenvolupament i distribució a Espanya, i ara disposem d'una àmplia oferta de maquinària al mercat.

Actualment, les tècniques d'AC són conegudes, en general, pels nostres agricultors i la seva pràctica és habitual, no essent considerada com una cosa que "no pot ser". A les zones de més utilització, que són les comarques de secà de l'interior de Lleida i Barcelona i algunes zones de l'Alt Urgell, la Ribagorça i el Pallars, els agricultors són altament especialistes de les tècniques i plantegen i resolen moltes de les seves limitacions fent variacions sobre elles per a adaptar-les a les seves condicions. Les zones de Girona en són coneixedores, però les fan servir menys; i les comarques de Tarragona són les que menys empen aquestes tècniques.

Els cultius en els quals s'apliquen són generalment els cultius herbacis extensius de secà. Hi ha certa experiència en cultius herbacis de regadiu en què la seva efectivitat i limitacions estan lligades a l'estructura actual del sòl (força deficient) i al sistema de reg (per exemple, en regs de superfície tenen més problemes per la mala distribució dels residus). En els cultius fruiters de regadiu de Lleida no es llaura entre línies i en el cultiu de secà fruiters com ametller, olivera i vinya s'obre una gran possibilitat que no s'ha utilitzat encara, però sobre la qual hi ha ja algunes proves realitzades per part d'agricultors i també per l'INCAVI.

Els avantatges que es valoren principalment i que han estat decisius per a la seva adopció són: l'estalvi en combustible en reduir àmplia-

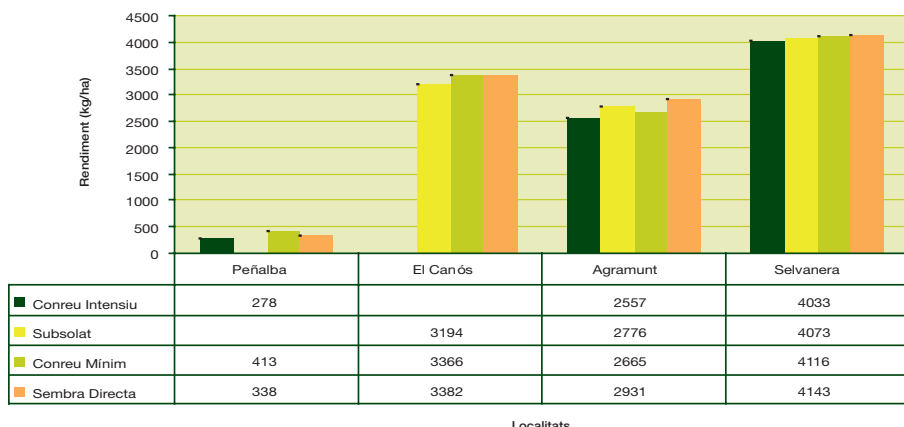


Figura 1. Rendiments mitjans en assaigs de comparació de diferents sistemes de conreu a Selvanera (20 anys), Agramunt (16 anys), El Canós (10 anys) i Peñalba (1 any).

ment les despeses de conreu, l'estalvi en temps (mà d'obra) i la menor despesa en maquinària de conreu i potència del tractor. En un moment en què aquests conceptes estan gravant en gran manera els costos de producció dels cultius, aquest estalvi permet un millor marge econòmic. Tanmateix, l'estalvi en mà d'obra ha permès que l'agricultor pugui dedicar-se a altres activitats (producció animal, fruiters, turisme rural, etc.) i que hi hagi un millor repartiment del temps durant l'any.

Un altre avantatge que l'agricultor ha anat apreciànt en el transcurs de l'adopció i manteniment de la tècnica ha estat la major acumulació d'aigua. Aquest fet implica millors rendiments, especialment en les zones i en els anys més secs, i una menor erosió dels camps. Alguns agricultors reconeixen que hi ha més biodiversitat (fauna) i

que no han hagut de modificar substancialment les altres tècniques de cultiu.

Els inconvenients apareguts han estat diversos des dels seus inicis. Al començament de l'adopció van sorgir diversos problemes: compactació superficial en alguns sòls, utilització inadequada de la maquinària, algunes malalties i plagues van ésser associades al canvi a sistemes de sembra directa, les infestacions de Bromus han estat i continuen essent problemàtiques en algunes zones, etc. Amb tot i això, els agricultors més tecnificats han sabut resoldre de forma particular molts d'aquests problemes. Actualment, hi ha una demanda sobre l'optimització de la tecnologia de l'AC en aspectes com ara el control de males herbes, el maneig del residu i l'aplicació de fertilitzants (especialment les aplicacions de fems i purins), dates i dosis de sembra òptimes; i es



Els principals avantatges que han estat decisius per a l'adopció de l'AC són l'estalvi en combustible, l'estalvi de temps i la menor despesa en maquinària de conreu i potència del tractor.

planteja fins i tot observar si hi ha varietats que estiguin més adaptades als sistemes de conreu mínim i sembra directa.

03 Rendiments i beneficis econòmics en els cultius herbacis extensius de secà

Després d'anys de proves i també d'investigació comparant els diferents sistemes de conreu, es pot concloure que no hi ha un rendiment exageradament més gran en els sistemes d'AC, si els comparem amb els sistemes de conreu intensiu més convencionals o tradicionals. Sí que s'observa, en algunes zones i amb l'estabilització del sistema, que el rendiment pot arribar a ésser un 10-15% major, especialment en anys secs. Així, a la Figura 1, es mostren resultats mitjans de diversos camps d'assaig a diferents indrets de Catalunya i Aragó, on es posa de relleu aquesta afirmació.

SISTEMES DE CONREU-SELVANERA RENDIMENT

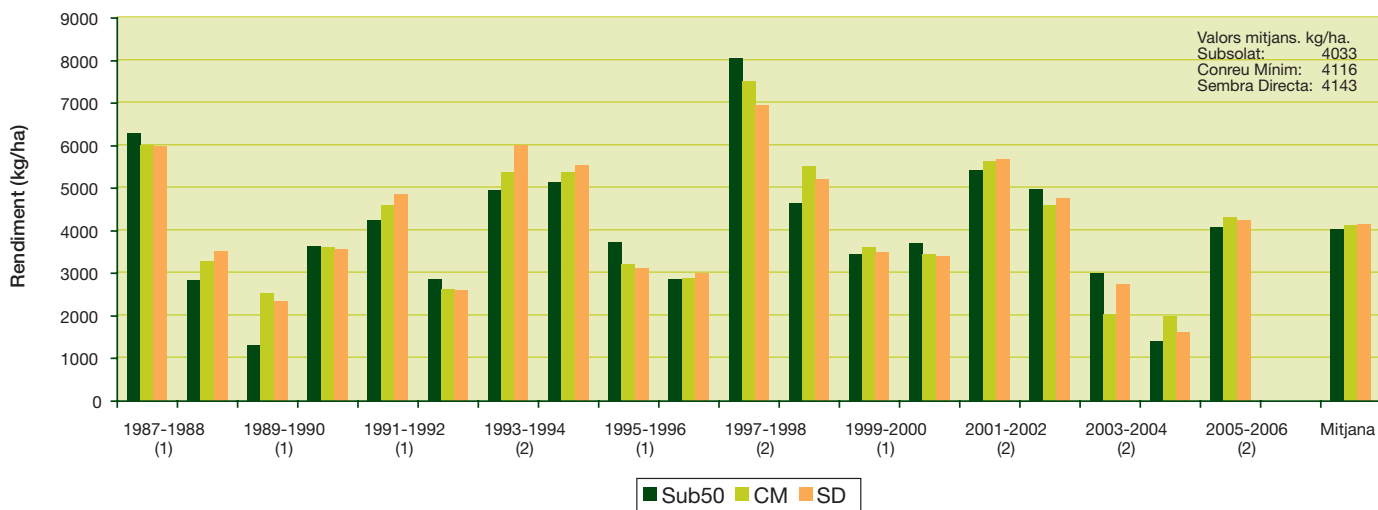


Figura 2. Rendiments mitjans en els assaigs de comparació de diferents sistemes de conreu (Subsolat-Sub50; Conreu Mínim amb Vibrocultor-CM; i Sembra directa-SD) a Selvanera (20 anys). (1) Cultiu de Civada, (2) Cultiu de Blat, (3) Cultiu de Colza.

Taula 1. Marge net (Euros/ha) en comparació de diversos sistemes de conreu a tres zones agroclimàtiques de Catalunya (zones àrides, zones semiàrides i zones semifrescals) considerant tres tipus d'exploacions tipus (75, 150 i més de 300 ha). Sembrada directa/No Conreu* s'ha calculat sobre la base del lloguer de maquinària de sembrada directa. Estudi realitzat per Carles San Martín l'any 2004.

Zones / hectàrees de l'exploació tipus	Conreu Intensiu horitzontal	Conreu Intensiu vertical	Conreu Mínim o Reduït	No Conreu/ Sembrada directa	No Conreu*/ Sembrada directa
Àrida / 300	257.11	268.54	316.94	305.62	302.15
Àrida / 150	256.08	266.47	310.64	297.06	295.56
Àrida / 75	242.98	246.75	289.59	268.96	280.66
Semiàrida / 300	203.51	241.09	246.69	265.16	261.69
Semiàrida / 150	202.40	239.0	240.3	256.6	255.1
Semiàrida / 75	189.38	219.30	219.34	228.50	240.20
Semifrescal / 300	365.04	376.47	403.27	401.97	398.50
Semifrescal / 150	364.01	374.40	396.97	393.41	391.91
Semifrescal / 75	350.91	354.68	375.92	365.31	377.01

En general els rendiments són molt variables any rere any (Figura 2) i les diferències entre sistemes de conreu es posen de manifest més en els anys secs, quan els sistemes d'AC (conreu mínim amb cisell o cultivador i sembrada directa) acumulen més aigua, que després té un efecte sobre el rendiment.

Així doncs, el major rendiment no és l'avantatge principal que l'agricultor considera per a la seva adopció. No obstant això, el que sí qualifica molt positivament és el resultat econòmic. L'avantatge econòmic és més patent fins i tot que el rendiment. Per les nostres condicions, això es pot veure en un estudi realitzat a la Universitat de Lleida per Carles San Martín (2004), en el qual es van considerar per a l'estudi diferents tipus d'exploacions segons la seva mida (75, 150 i més de 300 ha), a diferents àrees



El major rendiment no és l'avantatge principal que l'agricultor considera per a l'adopció dels sistemes d'AC, i el que sí qualifica molt positivament és el millor resultat econòmic.

agroclimàtiques (secà àrid, secà semiàrid i secà subhúmit). Si mirem la Taula 1 es pot veure que, en alguns casos, els beneficis en els sistemes d'AC (conreu mínim i sembrada directa) poden arribar a superar en més de 50 Euros/ha els del conreu intensiu.

04 Conservació de l'aigua en l'Agricultura de Conservació

Com s'ha comentat en l'apartat anterior, el millor rendiment, o com a mínim la seva millor

estabilitat en condicions més seques o en anys més secs per la major acumulació d'aigua en el sòl, es produeix en els sistemes d'AC. Tal com s'ha esmentat en els principis bàsics de l'AC, un avantatge general destacat en la major part dels estudis és que el manteniment del residu permet una major infiltració i una menor evaporació i un menor escolament de la pluja.

En les nostres condicions i després de llargs anys d'investigació, s'ha vist que els sistemes d'AC acumulen com a mitjana entre 20 i 70 mm més de pluja en el període de cultiu, i que fonamentalment es produeix en la pluja de tardor, que és també en condicions mitjanes de clima la que més quantitat aporta i la que és més efectiva per a la producció dels cultius d'hivern (cereals, colza, etc.). La Figura 3 mostra aquesta major acumulació d'aigua en un camp experimental de comparació de sistemes de conreu a Agramunt.

L'eficiència en l'ús de l'aigua de la pluja per part del cultiu, que és major en els sistemes d'AC, es basa en què l'aigua es reparteix uniformement pel perfil del sòl i és capaç d'arribar a les zones profundes del sòl, fins i tot a 1 m, on queda emmagatzemada (Figura 4). Això permet que el cultiu la pugui absorbir en etapes finals del seu creixement (quan s'omple el gra) i per això aquesta aigua és únicament transpirada i utilitzada en producció de biomassa, en aquest cas gra. Aquest fet es pot veure a la Figura 5, on es posa de manifest que el sistema radicular està més desenvolupat en sistemes de conreu mínim i

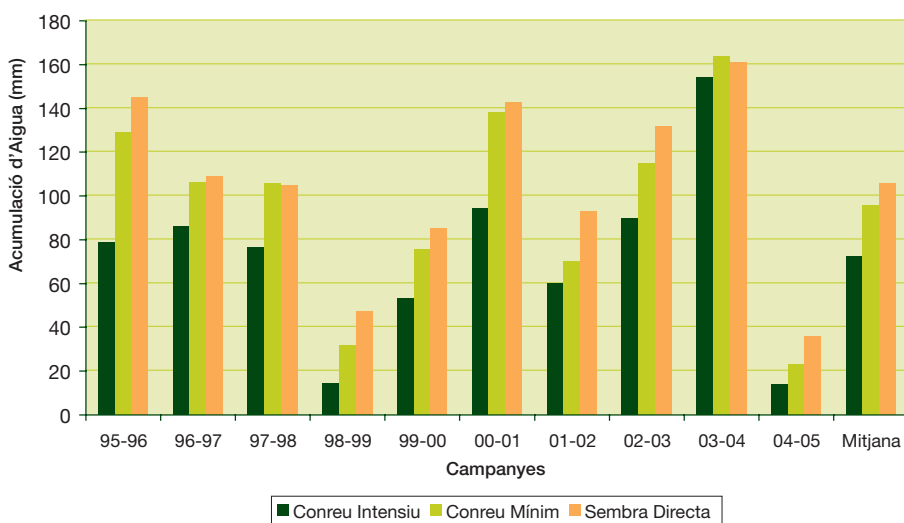


Figura 3. Acumulació d'aigua (mm) en el sòl en el període entre juliol després de la collita i gener amb l'establiment del cultiu següent, a la localitat d'Agramunt, en un camp d'assaig de comparació de sistemes de conreu (Conreu intensiu amb arada de pales, Conreu mínim amb cultivador cisell superficial, i sembrada directa - no conreu). Valors mitjans. Conreu intensiu: 69 mm. Conreu mínim: 96 mm. Sembrada Directa: 107 mm.

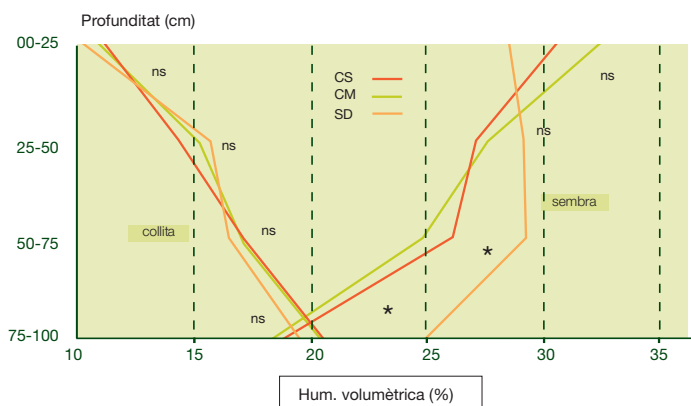


Figura 4. Contingut d'aigua del sòl en sembra i en collita d'un cultiu de civada a la localitat de El Canós, en un assaig de comparació de sistemes de conreu (CS. Conreu intensiu amb subsolat i passades de cultivador; CM. Conreu mínim amb passades de cultivador; SD. Sembra directa - no conreu). ns. Valors mitjans, no són diferents estadísticament. * Valors mitjans, són diferents estadísticament.

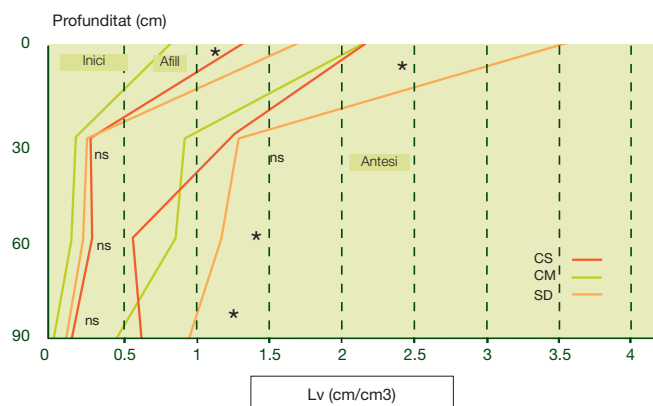


Figura 5. Desenvolupament radicular (Lv densitat de longitud radicular en cm de longitud d'arrel per cm³ de sòl) a inici de l'afillament i en floració-antesí d'un cultiu de civada a la localitat de El Canós, en un assaig de comparació de sistemes de conreu (CS. Conreu intensiu amb subsolat i passades de cultivador; CM. Conreu mínim amb passades de cultivador; SD. Sembra directa - no conreu). ns. Valors mitjans, no són diferents estadísticament. * Valors mitjans, són diferents estadísticament.

sembra directa - no conreu en zones superficials i en zones profundes del perfil del sòl, indicant que està utilitzant l'aigua que ha estat acumulada.

05 Conclusions i recomanacions

L'Agricultura de Conservació a Catalunya és una possibilitat feta realitat. Tot i que heterogeniament repartida, hi ha zones on s'utilitza des de fa més de 25 anys amb èxit, donant una més gran sostenibilitat a les explotacions agràries basada en els seus avantatges econòmics, agronòmics i també mediambientals. La millora en balanç econòmic, conservació de l'aigua i del sòl, i la millora biològica del sistema han fet possible el seu manteniment i desenvolupament. Hi ha, tanmateix, possibilitats de millora basades en l'ajust i optimització d'altres tècniques de cultiu associades a la pràctica d'aquests sistemes, com són la fertilització, maneig de residus de collita o control de males herbes.

Queda encara molt camp d'investigació i desenvolupament en sistemes arboris de secà en olivera, ametller i vinya, així com en els cultius herbacis de regadiu, on hi ha moltes possibilitats per a la millora de la qualitat del sòl i l'estalvi i millor utilització eficient de l'aigua.

La recomanació general és que cal encaminar-se a la pràctica d'aquest sistema de producció, aplicar-lo de la millor manera possible i, davant els inconvenients sorgits, preguntar als tècnics especialistes i a altres agricultors amb àmplia experiència pràctica en el sistema.

Aquest sistema de producció ha de formar part dels sistemes de producció integrada i hauria d'ésser proposat com a mesura agronòmica i mediambiental per a la conservació dels sistemes agrícoles.

06 Per a saber-ne més

Cantero-Martínez C., Lampurlanés J., Angás P. 1996. *Economía del agua y Laboreo de Conservación*. Congrés Nacional Agricultura de Conservació: Rendibilitat i Medi Ambient. Ponència Primer Congrés Nacional de la Asociación de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. Actes del Congrés. Córdoba. Octubre 1996.

Cantero-Martínez C., Vilardosa JM., Lloveras J. 1995. *Laboreo de conservación en cultivos herbáceos extensivos en Cataluña*. Vida Rural, 19-20: 36-43.

Cantero-Martínez C., Gregori J. 2005. *Tècniques de Conreu*. Dossier Tècnic núm. 5: 14-18. Cereals d'hivern. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.

Cantero-Martínez, C., Angás, P., Lampurlanés, J. 2007. *Long-term yield and Water-use efficiency under various tillage systems in Mediterranean Rainfed conditions*. Annals of Applied Biology 150, 293-305.

Lampurlanés J., Angás P., Cantero-Martínez C. 2001. *Root growth, soil water content and yield of barley under different tillage systems on two soils in semiarid conditions*. Field Crops Research., 69:27-40.

Lampurlanés J., Angás P., Cantero-Martínez C. 2001. *Tillage effect on water storage efficiency during fallow, and soil water content, root growth and yield of the following barley crop on two different soils in semiarid conditions*. Soil and Tillage Research. Soil and Tillage Research, 65:207-220.



Camps experimentals de sistemes de conreu i sembra directa a Agramunt (l'Urgell). 21 anys. Foto: C. Cantero.



L'eficiència en l'ús de l'aigua de la pluja per part del cultiu és major en els sistemes d'AC. L'aigua es reparteix uniformement pel perfil del sòl i queda emmagatzemada en zones profundes del sòl per a l'ús del cultiu al final del cicle.

FERTILITZACIÓ NITROGENADA EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓ



Camps experimentals en sistemes de conreu i sembra directa i en dosis de fertilització nitrogenada a Agramunt (l'Urgell). 11 anys. Foto: C. Cantero.



Parcel·la experimental amb sembra directa i sense aplicació de fertilització nitrogenada durant 10 anys a Agramunt (l'Urgell). Foto: C. Cantero.

01 Introducció

La fertilització proporciona al cultiu els elements necessaris per al seu òptim creixement, desenvolupament i qualitat de producte. El nitrogen és el fertilitzant principal de la producció agrària i explica per si mateix una bona part dels increments de rendiment experimentats en les últimes dècades. En l'actualitat, el fort increment de preu experimentat pel fertilitzant nitrogenat i les diferents restriccions mediambientals existents obliguen els agricultors a utilitzar el nitrogen d'una manera cada cop més eficient.

02 La fertilització nitrogenada. Optimització

A l'agricultura de secà, la resposta del rendiment al nitrogen ve condicionada pel potencial productiu de la zona. Aquest potencial presenta una gran variabilitat interanual, fet pel qual la



La utilització eficient del nitrogen pot ajudar a maximitzar l'ús d'aigua disponible per al cultiu.

utilització del nitrogen ha d'ésser optimitzada per a aconseguir el màxim rendiment econòmic amb el menor impacte ambiental possible.

La utilització eficient del nitrogen pot ajudar a maximitzar l'ús de l'aigua disponible per al cultiu. En aquestes zones és essencial adequar la fertilització nitrogenada al potencial productiu de l'any. Altes dosis de N promouen un ràpid creixement i una major transpiració del cultiu; baixes dosis de N promouen una menor cobertura vegetal, reduint la transpiració i incrementant l'evaporació. En condicions de sequera

de moderada a extrema, reduir les dosis de N pot servir per a ajustar l'aigua disponible a la demanda de la planta.

Com es mostra a la Figura 1, la resposta de la civada al N en una zona de La Segarra baixa varia en funció de la campanya. La majoria dels anys no hi ha resposta per sobre dels 60 kg ha⁻¹ i en alguns casos aquesta resposta és negativa (1986-87). En l'únic cas en què la resposta és positiva (1988-89), l'augment del rendiment justament compensa el valor del fertilitzant a aplicar.

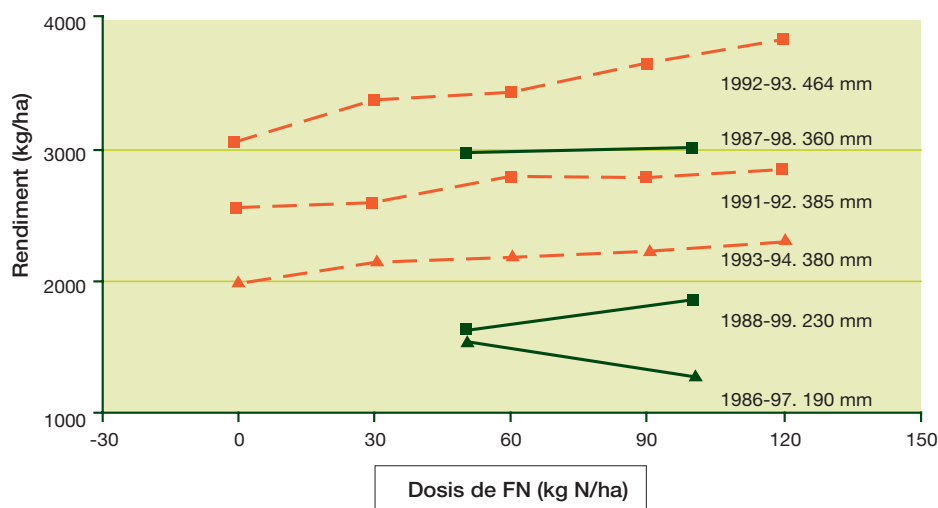


Figura 1. Resposta a la fertilització nitrogenada del cultiu de civada en conreu intensiu a la localitat de El Canós, Lleida. Campanyes 1986-87, 1987-88, 1988-89, 1991-92, 1992-93 i 1993-94.

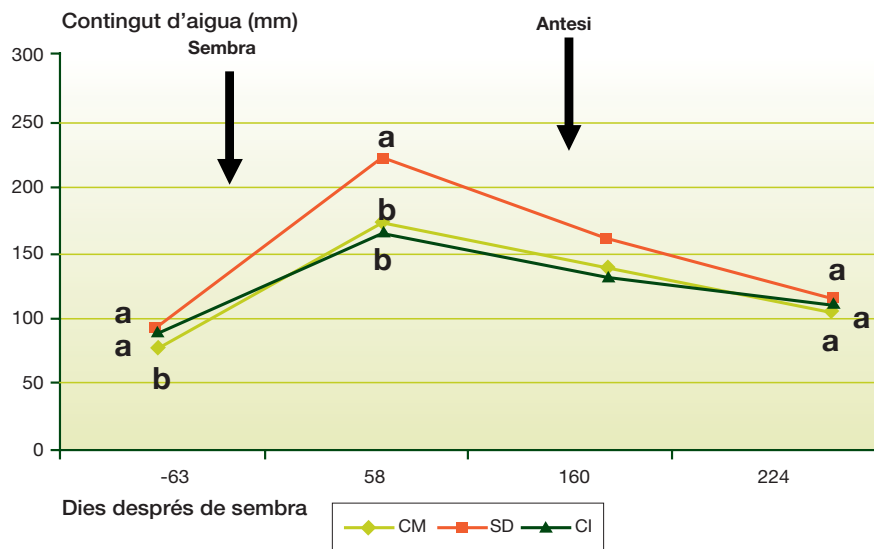


Figura 2. Model mig de la variació del contingut d'aigua del sòl segons el sistema de conreu: Agramunt i El Canós. Lleida. Mitjana de 8 anys. CI. Conreu intensiu amb arada de pales, CM. Conreu mínim amb cultivador, SD. Sembra directa - No conreu.



En zones semiàrides de la Vall de l'Ebre s'ha constatat una major disponibilitat d'aigua per al cultiu en no conreu.

03 El sistema de conreu i la fertilització nitrogenada

La transició del conreu tradicional a la sembra directa - no conreu pot tenir uns efectes sobre la dinàmica del nitrogen del sòl que posteriorment poden repercutir de forma significativa en el desenvolupament del cultiu. El conreu afecta el transport i el destí del nitrogen per canvis en l'estructura del sòl, aireació, continuïtat dels macroporus, localització dels residus i canvis en les taxes de mineralització de la matèria orgànica; així com per la modificació de la quantitat d'aigua disponible i la lixiviació.

03.01 Efecte del conreu sobre l'aigua disponible

Com ja s'ha comentat en el capítol anterior, en zones semiàrides de la Vall de l'Ebre s'ha constatat una major disponibilitat d'aigua per al cultiu en sembra directa - no conreu (SD). A la Figura 2 es posa de relleu un major contingut d'aigua en el sòl en SD en el període de creixement del cultiu. Aquest fet implica que el potencial productiu és més gran. Aquest major potencial de producció tindrà repercussions en la fertilització nitrogenada, cosa que implica una major resposta al N en SD, com es va poder constatar els anys secs en els assaigs realitzats a Agramunt al llarg de 3 anys. A la Figura 3 es mostra com en els anys secs, que representen un 60% dels anys, la producció en SD és major que en conreu intensiu (CI), així com també ho és la resposta al N.

03.02 Efecte del conreu sobre el N-mineral disponible. Resposta al nitrogen

El conreu accelera la descomposició i mineralització dels residus, ja que incorpora les restes de collita en el sòl posant-les a disposició dels microorganismes. La taxa de mineralització de la matèria orgànica del sòl també augmenta amb el conreu.

TRES ANYS D'EXPERIMENTS Rendiment (kg/ha) Camp experimental Agramunt

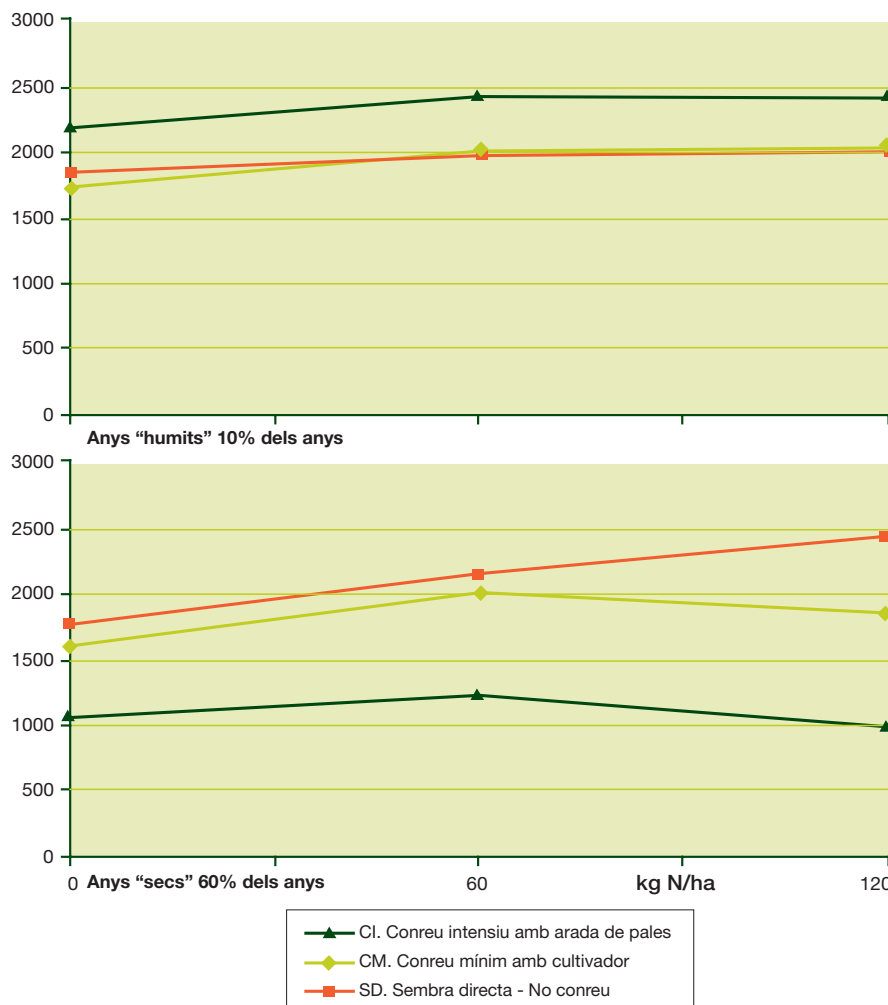


Figura 3. Model de resposta del rendiment de cultiu de civada a la fertilització nitrogenada segons el sistema de conreu en funció de les característiques pluviomètriques de l'any a tres localitats: Guissona, Agramunt (Lleida) i Candanos (Osca).



La lixiviació de N en forma de nitrats és possible de forma puntual en tardors humides en sòls que tenen grans acumulacions de N-mineral.

Tot això produeix un augment de la quantitat de N-mineral del sòl en condicions de CI en comparació amb la SD. Per aquest fet, hi ha una falta de resposta al nitrogen en parcel·les llaurades, com es constata a la Figura 4. La falta de resposta es dona tant els anys secs com els humits. Els anys secs (98-99, 99-00, 04-05 i 05-06) la falta de resposta es deu a la poca disponibilitat d'aigua i els anys humits (96-97, 97-98 i 03-04) a la gran quantitat de N-mineral present a les parcel·les no fertilitzades. Aquesta acumulació prové de la major mineralització de la matèria orgànica i de la falta d'extracció de N els anys precedents.

La resposta a la fertilització nitrogenada és major en SD que en CI (Figura 5). Aquesta major resposta es constata els anys 97-98, 99-00, 00-01 i 02-03.

03.03 Efecte del conreu sobre la lixiviació

En les condicions agroclimàtiques de la Vall de l'Ebre, el règim d'humitat del sòl no percola, fet que implica que en la majoria dels anys l'aigua del sòl no es perdi en profunditat per sota de la zona explorada per les arrels (entre 1 i 1,2 m). No obstant, això no vol dir que no hi hagi lixiviació. La lixiviació de N en forma de nitrats és possible de forma puntual en tardors humides en sòls que tenen grans acumulacions de N-mineral dels anys precedents.

A la Figura 6 es pot veure l'evolució del N-mineral del sòl a 1 m de profunditat a l'inici del cultiu i durant 10 anys. El N-mineral augmenta en el sòl en els tractaments llaurats de forma que l'any 2006 un sòl llaurat sense fertilització nitrogenada (CI0) presentava 400 kg ha⁻¹ davant els 150 kg ha⁻¹ que presentava la sembra directa - no conreu (SD0). L'acumulació de N-mineral en els tractaments fertilitzats el 2006 és més gran amb motiu de la falta d'extracció causada per la sequera dels anys 2005 i 2006.

Aquestes acumulacions de nitrats poden ésser rentades en tardors especialment humides.

03.04 Efecte del conreu sobre la volatilització de l'amoni

A la Vall de l'Ebre es donen unes condicions climàtiques seques, els continguts de l'aigua del sòl són normalment baixos i el pH bàsic, condicions que afavoreixen la pèrdua de nitrogen per volatilització de l'amoni. Existeix una diferència en la disponibilitat del fertilitzant nitrogenat quan es compara la sembra directa - no conreu amb el conreu tradicional, que depèn de la font de nitrogen i de la seva forma de localització. En aquesta zona les fonts de nitrogen més utilitzades en els adobs de presembra són formulacions que tenen una alta predisposició a perdre amoni per volatilització, com són el sulfat amònic i el fosfat biamònic. Quan s'utilitza urea, les pèrdues de nitrogen en forma amoniacal acostumen a ésser també més importants en sembra directa - no conreu, ja que l'activitat de la ureasa en els residus sense descompondre és més gran que a la superfície del sòl mineral. A més, els equips d'incorporació de l'adob a la línia de sembra són molt poc utilitzats.

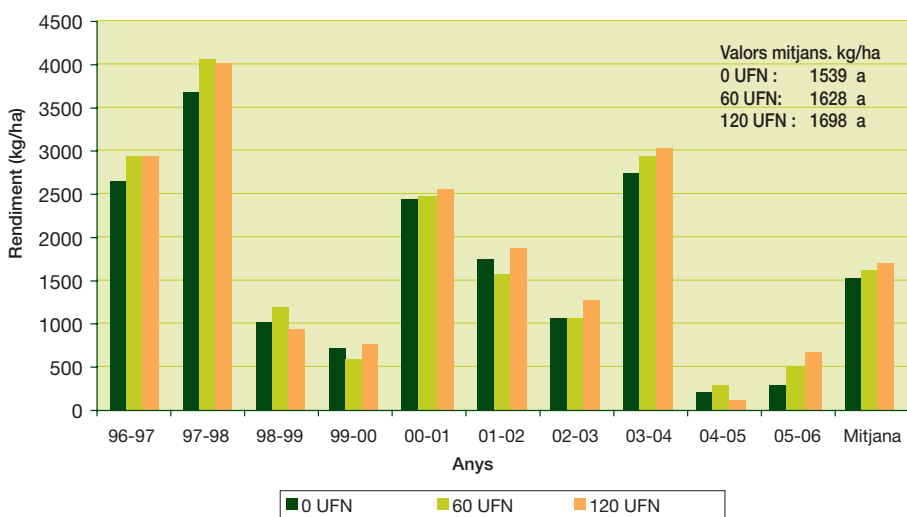


Figura 4. Rendiment de civada segons diferents dosis de fertilització nitrogenada en el sistema de conreu intensiu amb arada de pales en 10 anys d'assaigs a la localitat d'Agramunt.

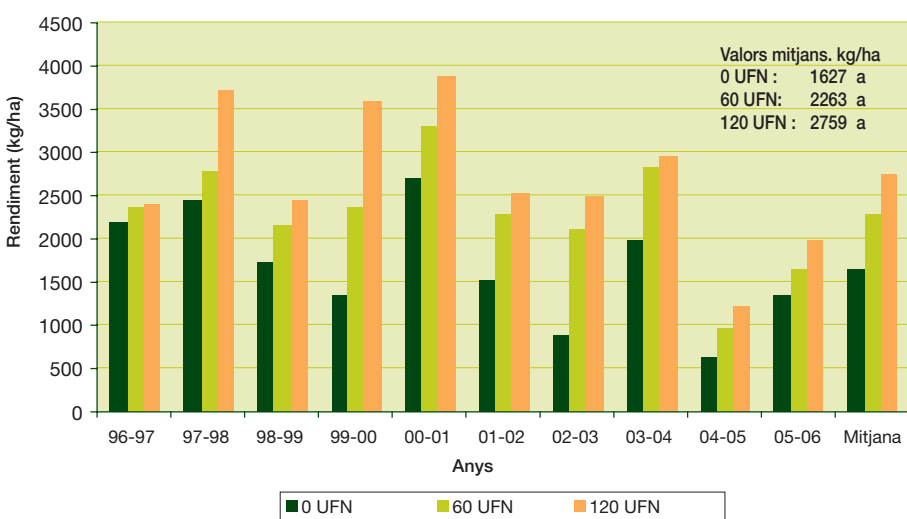


Figura 5. Rendiment de civada segons diferents dosis de fertilització nitrogenada en el sistema de sembra directa - no conreu en 10 anys d'assaigs a la localitat d'Agramunt.

En els secans de moltes comarques cerealístiques catalanes, la fertilització es realitza a base de purins. En la majoria dels casos, aquestes aplicacions es fan en superfície, motiu pel qual si no s'incorporen de forma ràpida, com és el cas de la sembra directa - no conreu, les pèrdues d'amoni per volatilització poden ésser força importants, tot i que difícils de quantificar.

04 Conclusions

A dosis majors de N hi ha una major acumulació de N-mineral al sòl que pot incrementar les pèrdues d'aquest element en el sistema sòl-planta.

L'eficiència d'utilització del N es redueix quan s'incrementa la dosis de N aplicada.

Quan s'utilitzen sistemes de conreu intensiu s'hauria de reduir molt més la fertilització N que en el cas de sembra directa - no conreu. No hi ha resposta i hi ha un increment significatiu

i acumulatiu de nitrogen mineral en el sòl que podria incrementar el risc de lixiviació.

En sistema de sembra directa - no conreu hi ha una resposta positiva i es poden utilitzar dosis de fertilitzant nitrogenat mitjanes o properes a les habituals. Això és deu a una major disponibilitat i repartiment d'aigua per part del cultiu i no és probable que hi hagi una limitació del N disponible (immobilització) donats els nivells alts de N-mineral que es mesuren en el sòl.

Per a les condicions mediterrànies s'ha de contemplar un nou model de resposta de la fertilització nitrogenada al sistema de conreu, en el qual el limitant principal és l'aigua i en un segon grau el N disponible.

05 Per a saber-ne mes

Angás P., Lampurlanés J., Cantero-Martínez C. 2006. *Tillage and N fertilization. Effects on N dynamics in Barley yield under semiarid Mediterranean conditions*. Soil and Tillage Research, 87: 59-71.

Cantero-Martínez C., Villar JM., Romagosa I., Fereres E. 1995. *Nitrogen fertilization of barley under semi-arid rainfed conditions*. European Journal of Agronomy, vol.4 nº3: 309-316.

Cantero-Martínez C., Villar JM., Romagosa I., Fereres E. 1995. *Growth and yield responses of two contrasting barley cultivars in a Mediterranean environment*. European Journal of Agronomy, vol.4 nº 3: 317-326.

Cantero-Martínez C., Angás P., Lampurlanés J., Gregori J. 1997. *La fertilización en el Laboreo de Conservación*. Congrés Nacional Agricultura de Conservació: Rendibilitat i Medi Ambient. Segon Congrés Nacional de la Asociación de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. Actes del Congrés. Burgos. Desembre 1997.

Cantero-Martínez C., Angás P., Lampurlanés J. 2003. *Growth yield and water productivity of barley (Hordeum vulgare L.) affected by tillage and N fertilization in Mediterranean semiarid, rainfed condition of Spain*. Field Crops Research 84: 341-357.

Cantero-Martínez C. 2004. *Fertilización nitrogenada en cereal de secano*. III Reunió de la Red de Uso Eficiente de Nitrógeno en la Agricultura (RUENA). ETSEA-Universitat de Lleida. Lleida. Maig 2004.

Cantero-Martínez C., Santiveri P., Angás J. 2005. *Optimización de la fertilización nitrogenada bajo sistemas de laboreo de conservación en el valle del Ebro*. Seminari: La gestió del nitrogen a l'agricultura. Institució Catalana d'Estudis Agraris. Barcelona. Maig 2005.

Cantero-Martínez C., Angás P., Gregori J., Martí S., Cortes C. 2006. *Experiencias sobre Fertilización Nitrogenada bajo sistemas de Laboreo de Conservación en el Valle del Ebro*. Tierras de Castilla y León, 128: 76-84.

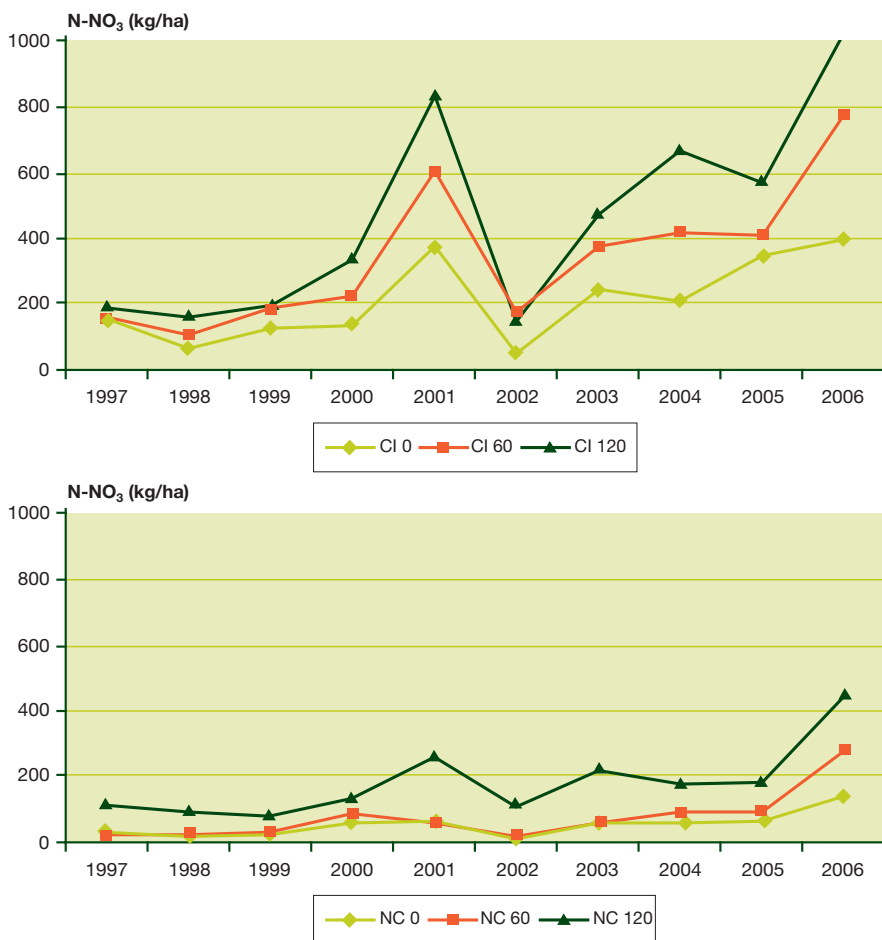


Figura 6. Nitrogen mineral en el sòl (N-NO₃ kg/ha) disponible a l'inici de cultiu en dos sistemes de conreu (CI- Conreu intensiu amb arada de pales y NC- No conreu/sembra directa) i tres dosis de fertilització nitrogenada (0,60 i 120 kg N/ha) durant 10 anys d'assaigs a la localitat d'Agramunt.

MANEIG DE RESTES VEGETALS DEL CULTIU EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓ



Màquina recol·lectora. Detall de les fulles tallants. Foto: C. Cantero.



Detall de tall alt de rostoll (25-30 cm). Foto: C. Cantero.

01 Importància de la coberta de restes vegetals del cultiu

El manteniment de la coberta vegetal de restes de cultius anteriors (herbàcis o arboris), com són els rostolls, la palla, la llenya petita de poda i fins i tot les males herbes seques dels guarets, és un dels principals pilars de l'AC. La conservació del sòl, l'aigua i la matèria orgànica del sòl està directament relacionada amb la quantitat, distribució i ritme de descomposició d'aquestes restes de teixit vegetal. La protecció de l'impacte de la pluja o del reg, la disminució de l'escolament i de l'evaporació de l'aigua en el sòl i la infiltració estan relacionades amb la formació i conservació d'aquesta coberta de residus anomenada "mulching".



En Agricultura de Conservació és molt important la formació i el manteniment de la coberta vegetal de restes de cultiu per a la protecció del sòl, de l'aigua i de la matèria orgànica.

Com a restes de teixits vegetals que componen la coberta vegetal protectora hi ha la palla i les restes del cultiu, el rostoll, la llenya de poda i també les restes de males herbes que queden seques en el cultiu i en el guaret després dels tractaments (aplicació d'herbicides, segues, etc.) i fins i tot les restes de material orgànic de fems i purins. Tots aquests materials, juntament amb les restes de les arrels del cultiu que queden després de la collita, són les entrades de material que nodriran el sòl per a incrementar els seus nivells de matèria orgànica que tan important és per a la bona qualitat del sòl.

Ha estat una pràctica habitual en l'agricultura tradicional cremar els rostolls i la palla. Només després de les prohibicions amb motiu del risc d'incendis forestals s'ha limitat la seva pràctica. Els agricultors més tecnificats i moderns reconeixen també que aquestes restes de collita suposen més benefici si es deixen sobre el camp que no pas si es cremen. Avui en dia no hi ha una raó poderosa que justifiqui fer les cremes generalitzades dels rostolls, a més a més del risc d'incendi que suposa i que genera desertificació i degradació dels sòls. Les raons agrícoles que han volgut justificar-ne el seu ús, com ara la infestació de males herbes, el control d'algunes plagues i malalties, i el propi maneig de la palla per a evitar problemes d'acumulació en la preparació del sòl i la sembra, no són suficientment poderoses comparades amb el risc que suposen. En molts pocs casos aquesta mesura ha produït el control efectiu de les males herbes, ja

que hi continuen havent males herbes, i tampoc de les malalties i plagues sobre les quals s'ha aplicat. Per a controlar-les cal conèixer la seva biologia i cicle, que ens permeti obtenir estratègies de control, que en gairebé tots els casos no estan associades a cremes de rostoll, i són molt més efectives (rotacions, guaret, endarreriment o avançament de les dates de sembra, etc.)

02 Problemàtica del maneig de la coberta vegetal de restes vegetals

Hi ha diversos problemes i limitacions que sorgeixen en utilitzar les tècniques d'AC, pel fet de mantenir aquesta coberta protectora a base de restes vegetals.

Quan s'empren sistemes de conreu i hi ha molta palla acumulada, de vegades és difícil la seva incorporació. Això no hauria d'ésser un problema en sistemes de sembra directa, atès que el que pretenem és deixar aquesta coberta amb la palla i el rostoll.

Quan l'objectiu és llaurar menys o no llaurar (i utilitzar el sistema de sembra directa), el primer problema i més aparent per a l'agricultor i que es dona en els cultius herbàcis és l'acumulació de palla o altres restes, i que incideix en la col·locació de la llavor en el solc de sembra. Aquest problema és menys important quan utilitzem sistemes de conreu mínim, ja que sempre incor-



Foto 1: Palla i rostolls tallats pel disc de la sembradora. Foto: C. Cantero.



Foto 2: Naixença defectuosa per mala col·locació de la llavor. Mala distribució de la palla. Foto: C. Cantero.



Foto 3: Sembradora de reixes. Distribució de la filera de reixes amb passadís d'aclarida de la palla. Foto: C. Cantero.

Foto 4: - Establiment defectuós del conreu a causa d'efectes al·lelopàtics per descomposició de la palla. Foto: C. Cantero.



porem alguns residus i queden residus sobre la superfície del sòl.

Per a evitar el problema de la sembra amb la coberta vegetal s'han desenvolupat sembradores específiques de diferents tipus. Les sembradores de discs, el sistema de tall de les quals és un o diversos discs, que han de tallar la palla i els residus i col·locar la llavor a la profunditat desitjada (Foto 1). Un problema que de vegades tenen aquestes sembradores, quan els discs estan mal regulats o gastats, és que no tallen el residu i l'introdueixen juntament amb la llavor dins del solc (Foto 2). L'efecte immediat és que falla estrepitosament la naixença i establiment del cultiu, ja que introdueixen el residu i la llavor en el solc i quan la llavor germina ho fa malament i no és capaç d'establir un sistema radicular efectiu. És important, doncs, portar els discs en bones condicions i també sembrar quan el residu de palla no sigui massa humit.

Les sembradores de rella tendeixen a arrossegar el residu, especialment si està tallat molt llarg i mal dispersat en el sòl. Per a evitar-ho, els dissenyadors han disposat les relles en un major nombre de files que fan un passadís i permeten al residu escapar de l'arrossegament (Foto 3).

Un altre problema que pot ésser important és l'acumulació excessiva de rostolls i palla que pot incrementar el risc d'incendis. En aquest cas, la dispersió de tots els residus és millor que deixar-los acumulats a les files de la recol·lectora, on hi ha més massa per a cremar en cas de burilles o guspises d'elements mecànics i elèctrics de cotxes, tractors, recol·lectores, etc.



L'acumulació de palla i restes de collita pot generar problemes, però poden ésser evitats amb una bona gestió des de la collita.

Pot haver-hi problemes en les acumulacions excessives de residus a causa d'una més gran concentració de malalties per una millor resistència d'inòcul, o també en llocs on es deposen els ous, les larves o pupes dels insectes. Això és molt específic d'aquestes malalties i insectes i la millor forma de prevenir-ho és dispersar bé les restes i procurar que no siguin excessives les acumulacions de palla.

Un altre problema detectat en les nostres condicions han estat els fenòmens alelopàtics, és a dir, fitotoxicitat sobre la naixença i les plàntules establertes del cultiu procedent de la descomposició de la palla i el rostoll en condicions habitualment d'humiditat i baixes temperatures (Foto 4). Per a evitar aquest problema tornem al mateix, evitar excessives acumulacions de palla i distribuir bé tant la palla com les restes de menor mida.

Una altra situació anòmala és, per contra, la falta de restes de collita. Aquestes situacions es produeixen en condicions d'anys molt secs i en llocs molt àrids com ara algunes de les condi-



En sembra directa és millor tallar el rostoll alt i deixar la palla restant, picada en trossos de mida mitjana.

cions de secà d'algunes comarques del sud de Lleida i d'Aragó (Monegros), a la Vall de l'Ebre. També es pot donar en condicions de guarets molt secs en els quals el poc residu que queda es descompon durant aquest llarg període. En aquest cas, caldrà decidir si és millor realitzar un conreu mínim que generi una rugositat mínima, enlloc de deixar un sòl lliu i nu.

03 Maneig de les restes vegetals del cultiu en sembra directa

Com es pot veure pels dos apartats anteriors, els avantatges i, sobretot, la problemàtica de les restes vegetals de la coberta s'observa amb molt més interès en el cas de la sembra directa. Com manejar o gestionar les restes de collita per a generar una coberta protectora adequada es converteix, en determinades circumstàncies, en una prioritat per a agricultors que utilitzen els sistemes de sembra directa-no conreu.

Per a establir sistemes de maneig d'aquestes restes vegetals de la coberta es va dur a terme un assaig que pretenia obtenir dades que determinessin les millors opcions d'aquest tipus. En aquest assaig es van comparar en sembra directa un maneig de deixar la palla o retirar-la, i combinat amb un tall de rostoll molt baix (el que es fa habitualment amb l'objectiu d'aprofitar la palla com a subproducte) o d'alçada major per a obtenir una distribució millor de tot el residu vegetal.

A la Figura 1 es mostren els rendiments mitjans d'un assaig de sis anys i es veu que els tractaments que acumulen més palla tenen un lleuger millor resultat, però sobretot s'observa que deixar les restes amb un rostoll alt és millor que un rostoll baix.

El millor rendiment quan hi ha més palla i rostoll (tractaments de palla picada i mantinguda, ja siguin amb rostoll tallat alt o rostoll tallat baix) es deu a que hi ha una major quantitat i coberta vegetal de restes de collita que provoca, com s'esperava,

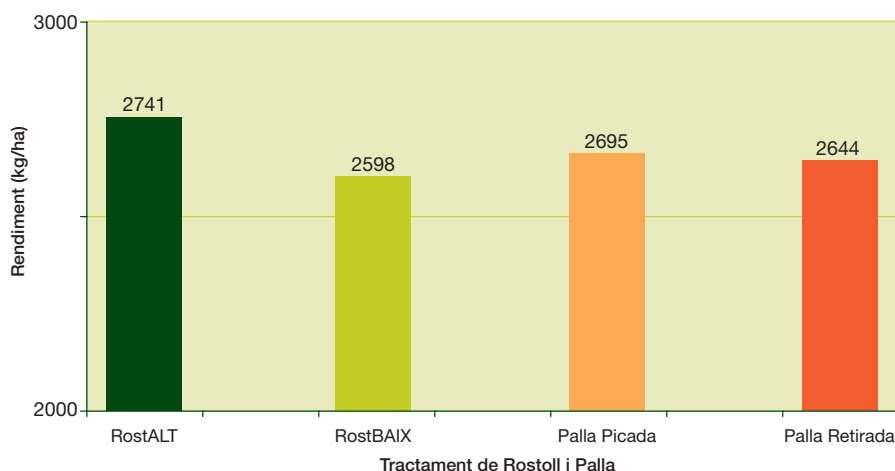


Figura 1. Rendiments mitjans de 6 anys d'assaigs de comparació de maneig de palla i rostoll en cultiu de cereals d'hivern a la localitat de Vilanova de Bellpuig a Lleida.

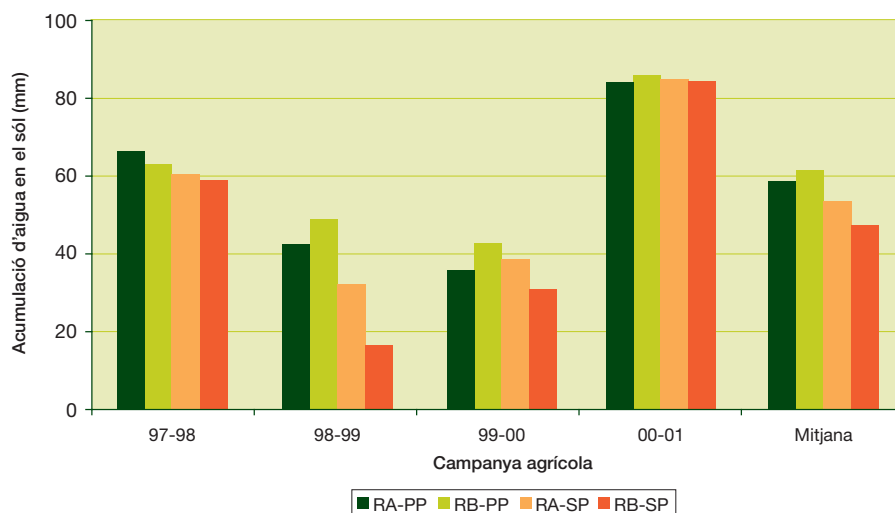


Figura 2. Aigua acumulada en el període de setembre a desembre en un assaig de comparació de maneig de palla i rostoll en cultiu de cereals d'hivern a la localitat de Vilanova de Bellpuig a Lleida. RA-PP, Rostoll tallat alt i la palla picada i mantinguda. RB-PP, Rostoll tallat baix i la palla picada i mantinguda. RA-SP, Rostoll tallat alt i la palla recollida. RB-SP, Rostoll tallat baix i la palla recollida.

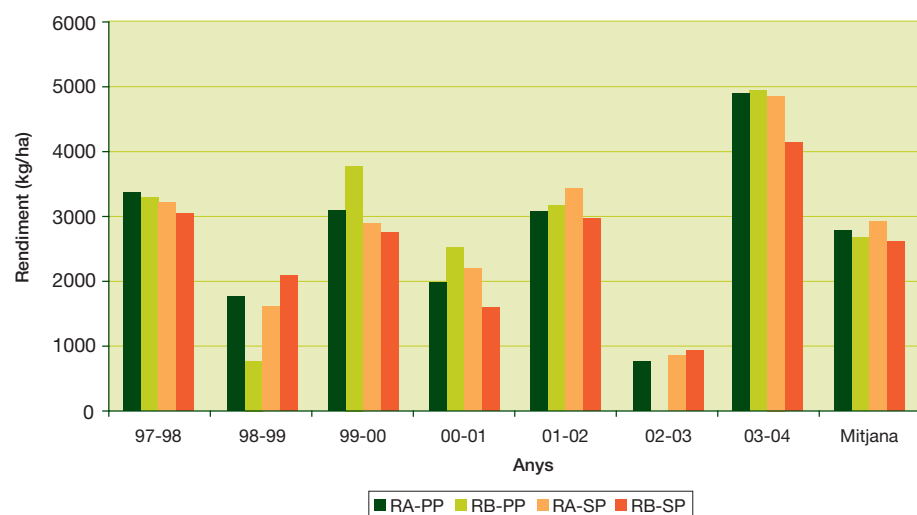


Figura 3. Rendiments mitjans de 6 anys d'assaigs de comparació de maneig de palla i rostoll en cultiu de cereals d'hivern a la localitat Vilanova de Bellpuig a Lleida. RA-PP, Rostoll tallat alt i la palla picada i mantinguda. RB-PP, Rostoll tallat baix i la palla picada i mantinguda. RA-SP, Rostoll tallat alt i la palla recollida. RB-SP, Rostoll tallat baix i la palla recollida.



Camp experimental de maneig de coberta vegetal de palla i rostoll a Vilanova de Bellpuig (l'Urgell). Foto: C. Cantero.

una major acumulació d'aigua en el sòl en el període de setembre a desembre (Figura 2)

La falta d'una major diferència entre els tractaments de palla picada i mantinguda sobre el sòl o de palla retirada ens van donar els problemes d'alelopaties que es van tenir en dos anys en els tractaments amb major quantitat (palla mantinguda). La Figura 3 mostra aquestes fallades de rendiment en els anys 1998-99 i 2002-2003 en els tractaments esmentats.

Per a una correcta picada i dispersió de la palla i altres restes vegetals, les recol·lectores porten sistemes que permeten deixar-la adequadament. Cal remarcar que això ha d'ésser realitzat amb precisió, la mida de tall ha d'estar entre 15 i 30 cm i el sistema ha d'incloure ventiladors que distribueixin perfectament les restes de mida petita (foto). Cal recordar que una bona sembra directa comença a la collita del cultiu anterior.

04 Conclusions i recomanacions

El manteniment de la coberta amb restes vegetals i la seva adequada gestió és fonamental per a la sostenibilitat de la producció sota les tècniques d'AC.

Tanmateix, encara cal més informació, segons les condicions locals dels nostres sistemes de cultiu, per a establir adequadament el maneig i la gestió de les restes de collita i generar i mantenir la coberta vegetal en els sistemes d'AC. Específicament cal saber les quantitats de palla que s'han de deixar per a mantenir la protecció sense crear excessius problemes com els esmentats anteriorment. S'estan portant a terme assaigs per a quantificar els límits per aquesta gestió en diferents supòsits i condicions de cultiu. No obstant això, de la informació i observacions obtingudes es poden

establir algunes recomanacions que optimitzen la formació i manteniment de la coberta vegetal. Algunes d'aquestes recomanacions són:

- En les condicions de baixa producció de residus vegetals no s'ha de retirar la palla ni llaurar els rostolls.
- És adequat deixar el rostoll alt, elevant l'alçada de tall a 20 - 30 cm sobre la superfície del sòl quan sigui possible. D'aquesta manera es mantenen les restes de tiges dretes i s'evita la pèrdua del residu per arrossegament de l'aigua i del vent.
- Evitar una picada excessiva de la palla reduint la velocitat del tallador. Els trossos de palla picada molt curta són més fàcilment arrossegats per l'aigua i el vent. Tanmateix, una mida llarga de palla forma un entrellaçat amb les tiges dretes que permet una major retenció del residu. Una longitud de picada entre 15 i 30 cm pot ésser l'adequada en el cas dels cereals d'hivern.
- És molt interessant col·locar ventiladors que realitzin una bona distribució de les restes de palla més petites i les restes de les espigues, clofolles del gra, etc.
- En cas de recol·lectores amb gran amplitud de tall, haurem de garantir la bona distribució de la palla.
- En zones d'alta humitat i amb excés de restes de rostoll i palla, pot ésser adequat tallar alt el rostoll i retirar l'excés de palla. Això afavoreix que s'assequi l'excés de humitat i manté una suficient protecció del sòl.
- En zones de baixa producció de residus i en el cas de restes de lleguminoses gra, pot ésser

interessant la sembra d'un cultiu coberta o una lleugera incorporació de residu amb un conreu mínim.

Per a mantenir els residus i evitar els incendis es poden considerar diferents recomanacions:

- Evitar cremar rostolls i palla indiscriminadament.
- En cas d'alt risc realitzar una labor de conreu mínim als voltants del camp. Això reduirà els nivells de residus que poden iniciar la combustió.
- En el cas de la crema de marges, s'haurà de fer en èpoques de tardor i primavera amb un cert grau d'humitat. Realitzar un conreu mínim als voltants del camp.
- Per a reduir el risc d'ignició incontrolada es pot realitzar una sembra d'un cultiu coberta que mantingui un grau d'humitat més alt.
- En cas de necessitat de cremar les restes de palla, fer-ho sempre en condicions controlades (aigua disponible per a controlar el foc, personal per a realitzar un control ràpid, notificació als serveis d'extinció, etc.).

05 Per a saber-ne més

Asociación Española de Laboreo de Conservación: <http://www.aeac-sv.org>

López-Granados F., Cantero-Martínez C., Ferreres A., García-Torres L., González P., Herranz JL., Martínez A., de Prado JL., Trapero A., 1998. *Guía de Agricultura de Conservación en Cultivos Anuales*. Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. Córdoba.

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓ I LA BIODIVERSITAT



Infestació de Bromus en camps de sembra directa. Foto: C. Cantero.



Sisó en camps de cereals de sembra directa. Foto: C. Cortés.

01 Efectes beneficiosos de l'Agricultura de Conservació sobre la biologia del sòl. Efecte sobre els cucs de terra

Amb massa freqüència s'ha vist el sòl com un material inert només amb capacitat per a emmagatzemar aigua i nutrients i mantenir-los disponibles per a la planta. Si bé això és cert en la majoria dels substrats artificials que s'utilitzen en horticultura i jardineria, el sòl natural es caracteritza per estar viu gràcies a la presència d'una gran quantitat de micro i macro organismes (fauna del sòl). L'activitat biològica del sòl és la que manté el cycle dels nutrients, que és vital per a l'alimentació de les plantes. Per això, les pràctiques agrícoles han d'ésser, no només

respectuoses amb l'activitat biològica del sòl, sinó que potenciadores de la mateixa.

L'AC activa la biologia del sòl. En primer lloc, manté sobre la superfície del sòl els residus de la collita anterior. Aquests residus són l'aliment necessari dels microorganismes i de la fauna que viu en el sòl. En segon lloc, manté unes condicions d'humitat més elevades que afavoreixen el desenvolupament de l'activitat biològica. Per últim, conserva millor l'estructura del sòl, fent-lo més resistent a l'erosió. D'aquesta manera evitem la pèrdua de la capa de sòl amb més activitat biològica, la superficial.

Els cucs de terra són els representants més visibles de la fauna del sòl. Al mateix temps que s'alimenten dels residus orgànics, excaven galeries en el sòl millorant així la porositat que afavoreix la infiltració de l'aigua de pluja i l'aireació del sòl. Les deposicions dels cucs de terra són riques en nutrients i, juntament amb les seves secrecions, afavoreixen la formació d'agregats estables que protegeixen el sòl de l'erosió.

Des de la campanya 1986-87 a Selvanera i la campanya 1990-91 a Agramunt es van establir camps experimentals per comparar diferents tipus de conreu de conservació amb sistemes de conreu tradicionals. En aquests camps i durant 4 campanyes (1995-96 a 1998-99) es va fer un seguiment de les poblacions de cucs de terra amb els següents resultats:

- La Sembra directa – no conreu afavoreix les poblacions de cucs de terra, mentre que el conreu, com més intens és (arreu), més els perjudica. Això s'observa tant en l'assaig d'Agramunt com en el de Selvanera (Figura 1).

- Hi ha una variació estacional del nombre de cucs de terra en els 20 primers cm de sòl, seguint l'evolució de la humitat del sòl (Figura 2), amb un mínim en els mesos d'estiu. Per aquest motiu i des del punt de vista de la conservació de les poblacions de cucs, si es decideix conrear el millor moment és l'estiu, quan el contingut d'humitat del sòl és baix en superfície del sòl i els cucs s'han desplaçat a regions més profundes. Per aquest mateix motiu, és preferible que els conreus siguin poc profunds (Cisell).

02 Problemàtica de les males herbes en l'Agricultura de Conservació

Es té la idea que amb l'AC augmenten els problemes de males herbes, ja que suposa una reducció o fins i tot supressió del conreu, la finalitat principal del qual era l'eliminació de la flora arvensa. Això no és del tot cert, atès que es substitueix el conreu per l'aplicació d'un herbicida total no residual (generalment glifosat).

El que sí és cert és que es produeix un canvi en les espècies que apareixen com a males herbes



L'agricultura de conservació activa la biologia del sòl, afavoreix la població de cucs de terra que generen gran quantitat de canals i permeten la circulació més efectiva de l'aigua i la seva acumulació més eficient en el sòl.

(inversió de flora), especialment quan es realitza sembra directa. Així, algunes espècies de fulla ampla disminueixen. També les espècies perennes que poden tenir més incidència. En canvi, algunes espècies que en el sistema tradicional únicament creixien als marges passen ara a envair el camp del cultiu.

Aquestes són part de les observacions que es registren en les nostres condicions de secà. Després de força anys d'utilitzar sistemes de conreu de conservació que inclouen la sembra directa – no conreu, s'ha observat que la cugula (*Avena sterilis*), acostuma a anar desapareixent i es redueix considerablement el seu efecte negatiu sobre els cultius. El margall (*Lolium rigidum*), es mostra bastant indiferent als canvis de maneig del sòl. L'escaldaboques o bromus (*Bromus diandrus*) ha estat ocasionant i encara ocasiona problemes en determinades circumstàncies. Aquesta espècie invasora des dels marges també pot ésser dispersada per mitjà de la palla i dels purins. El seu control en sembra directa és força difícil, però pot arribar-se a un grau de control bastant adequat mitjançant rotacions de cultiu amb veça i altres lleguminoses i amb colza.

Utilitzar el guaret controlat i químic, fer sèmbrs tardanes o realitzar una passada de grada pels voltants de la parcel·la (la infestació acostuma a produir-se dels voltants cap al centre) poden ésser també mesures interessants. El tractament herbicida dels marges del camp pot prevenir la seva infestació. Finalment ens queda el tractament selectiu sempre en cultiu de blat.

03 Malalties, plagues i enemics naturals en l'Agricultura de Conservació

Tot i que amb l'adopció de l'AC pot existir un risc lleugerament més gran de patir atacs de plagues i malalties, els estudis realitzats no mostren diferències significatives amb els sistemes de conreu convencional.

La incidència d'algunes malalties ha estat lligada a la permanència del seu inòcul a les restes de collita en el cas de la sembra directa. Si això succeeix, una bona manera d'acció per al seu control és retirar l'excés de palla i tallar baix el rostoll. En cap cas està justificat cremar la palla i



El canvi de maneig de sòl per a la preparació i sembra pot afectar la flora arvensi i les males herbes dels cultius. En cultius de cereals el Bromus pot ésser un problema a considerar.

el rostoll per al seu control. Els danys per aquest motiu en erosió i risc d'incendis sempre superen els danys sobre el cultiu. És adequat utilitzar varietats resistents i endarrerir la data de sembra en alguns casos.

En altres casos, com en el del Mal de peu dels cereals, alguns estudis de la Universitat de Lleida (UdL) han posat de manifest una menor severitat en conreu mínim i sembra directa – no conreu en comparació amb l'arada de pales. Això és deu a una proliferació d'altres fongs i microor-

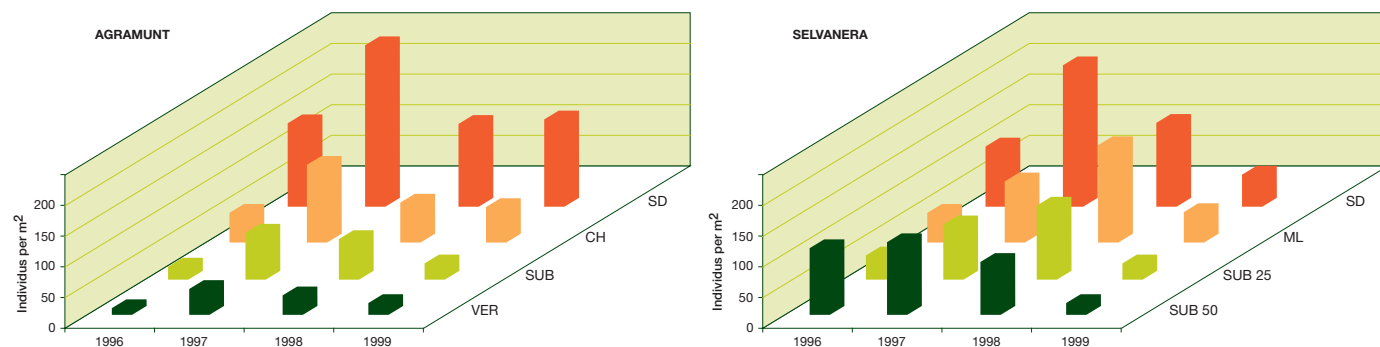


Figura 1. Mitjana del nombre de cucs de terra/m² (ous, formes juvenils i adultes) comptabilitzats en els diferents sistemes de conreu durant cada any a Agramunt i a Selvanera (SD: Sembra Directa – no conreu, CH: Cisell, SUB: Subsolat (a 50 cm de profunditat), VER: Arreu, ML: Conreu mínim, SUB-25: Subsolador a 25 cm, SUB-50: Subsolador a 50 cm).

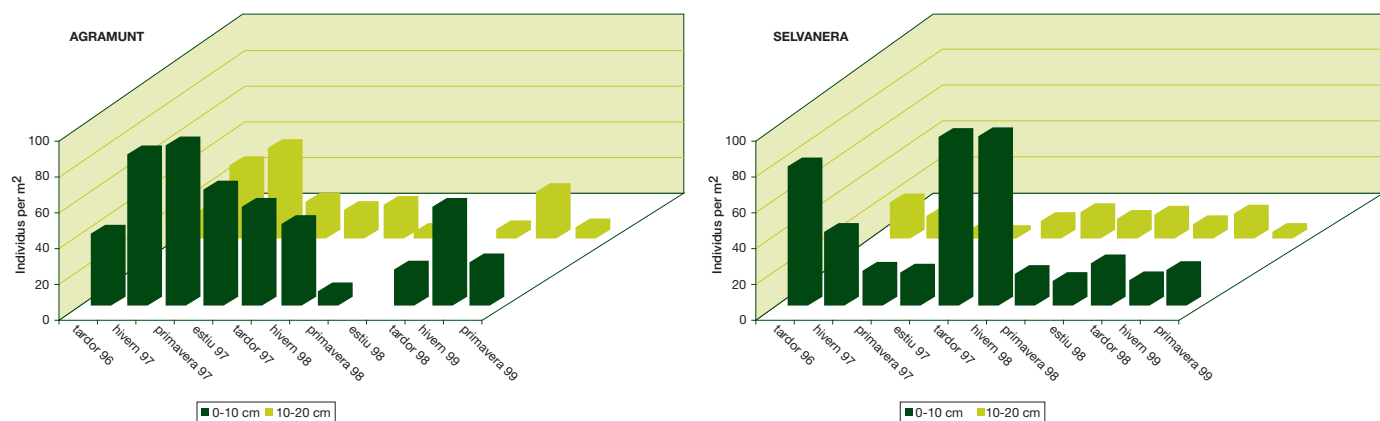


Figura 2. Mitjana del nombre de cucs de terra/m² (ous, formes juvenils i adultes) comptabilitzats en els diferents sistemes de conreu a cada mostratge, de 0-10 cm i de 10-20 cm a Agramunt i a Selvanera.



Per al control de plagues i de malalties s'insisteix en la importància de la rotació de cultius com a mitjà per a trencar el cicle biològic dels organismes perjudicials per als cultius.

ganismes com a enemics naturals d'aquells que provoquen aquesta malaltia.

S'han observat també, últimament, depressions molt intenses en espècies de cereals (civada i avena). Aquestes són degudes a virusos i no estan associades a sistemes de maneig del sòl. Les virusos són habitualment transportades per vectors com pugons, i aquests no es veuen afectats pel sistema de conreu.

En alguns casos s'ha associat en cereals d'hivern la incidència de Zabrus. En alguns casos (Navarra) es relaciona directament amb la pràctica de sembra directa. En les nostres condicions, la incidència té un component climàtic més que no pas d'ús del sistema de sembra directa – no conreu. Un endarreriment en la data de sembra pot ésser útil per a reduir la possibilitat d'atac.

Tot i que en general no s'observen sobre la incidència de les plagues diferències segons els sistemes de conreu, sembla que el fet de mantenir el sòl indestruït afavoreix algunes espècies de depredadors naturals.

En estudis realitzats per investigadors de la UdL, s'observa una major proliferació de tipus insecte de sòl que no afecten els cultius i que, no obstant, signifiquen una més gran biodiversitat positiva per a la fauna del sòl i la seva repercussió beneficiosa sobre els cultius.

04 Efecte sobre la fauna

Les restes de collita que romanen en el sòl en AC proporcionen aliment i refugi a moltes espècies d'ocells, petits mamífers i rèptils en períodes crítics de la seva vida. Per aquest motiu s'observa habitualment una major densitat d'aus i una major nidificació en zones d'AC. A més de la contribució que això suposa per al manteniment i l'increment de la biodiversitat, aquest fet fa de l'AC una opció molt interessant a considerar en els llocs on es volen potenciar els recursos cinegètics i en indrets de protecció de la fauna.

D'altra banda, l'AC incrementa també les poblacions d'alguns rosegadors, cargols i bavoses que en determinades ocasions poden arribar a ser perjudicials per als cultius.

05 Conclusions i recomanacions

L'AC incrementa la biodiversitat en els ecosistemes agrícoles. L'increment de les poblacions dels diferents organismes fa que s'estableixin noves relacions i sigui més fàcil assolir un equilibri. D'aquesta manera és més difícil que alguna de les espècies pugui créixer massa i convertir-se en perjudicial per al cultiu.

Des del punt de vista de la biodiversitat es recomana:

- Reduir al màxim el conreu i mantenir sobre el sòl els residus de la collita anterior.
- Establir rotacions de cultius que facilitin el control de males herbes, plagues i malalties, i que al mateix temps incrementin la diversitat dels cultius en l'ecosistema agrari. En cas de no ésser econòmicament sostenibles les rotacions amb altres cultius, es pot utilitzar el guaret químic, les rotacions de cereals; i també en el cas d'herbicides, les rotacions dels mateixos, que eviten la resistència de les principals espècies de males herbes.

06 Per a saber-ne més

Asociación Española de Laboreo de Conservación: <http://www.aeac-sv.org>

Cantero-Martínez C. 2005. *La biodiversidad bajo sistemas de agricultura de conservación*. Actes del Congrés Internacional sobre Agricultura de Conservació. Córdoba, 9-11 de novembre. Pp. 67-74.

Cantero-Martínez C.; Gregori J. 1998. *Laboreo de conservación en las comarcas de Cataluña*. III Seminari. Agramunt, 19 de maig. 48 pp.

Federació Europea d'Agricultura de Conservació: <http://www.ecaf.org/Espana/espana.htm>

Soil and Water Conservation Society. 1995. *Farming for a better environment*. Ankeny (USA). 67 pp.

Restes d'activitat de llambrics en un camp de sembra directa. 20 anys a Agramunt. Fotos: C. Cantero.



FIXACIÓ DE MATÈRIA ORGÀNICA I SEGREST DE CO₂



Els residus de collita són uns dels principals per a la formació de matèria orgànica del sòl. Foto: C. Cantero.

01 Importància de la matèria orgànica del sòl

La matèria orgànica del sòl procedeix de:

- **Residus de collita.** Tant la palla i el rostoll, com les arrels dels cultius són la principal font de matèria orgànica dels sòls agrícoles.
- **Subproductes ramaders.** L'aplicació de residus ramaders, com els purins i els fems, posen suposar un important aportament de matèria orgànica al sòl.
- **Fauna del sòl.** Presència d'insectes, cucs de terra i microorganismes.
- **Altres:** Plantes espontànies presents en els camps (males herbes, rici,...) o aplicacions de compost.

Un cop s'incorpora la palla del cultiu i els residus ramaders a l'interior del sòl s'afavoreix l'activitat dels microorganismes presents en el sòl (principalment fongs i bacteries). Aquests microorganismes descomponen la palla o el residu ramader incorporat amb la finalitat d'obtenir energia i nutrients essencials per al seu desenvolupament. Durant aquest procés de descomposició, també conegut com a mineralització, s'alliberen al sòl nutrients minerals que formaven part de la composició d'aquesta palla o residu. Aquests nutrients minerals (Nitrogen, Sofre, Fòsfor,...) seran fàcilment absorbits per la planta. Per tant, un bon nivell de matèria or-

gànica en sòls agrícoles afavorirà la fertilització natural dels cultius.

A més de la fertilització natural dels cultius, la matèria orgànica del sòl participa en altres processos que afecten de manera directa el rendiment de les collites, com per exemple:

- Increment de la retenció de nutrients essencials en el sòl.
- Millora de l'estructura del sòl.
- Disminució de l'erosió del sòl.
- Afavoriment de la presència i del desenvolupament de la fauna i dels microorganismes del sòl.

Al mateix temps, durant el procés de descomposició de la matèria orgànica, a més de nutrients minerals, també s'allibera diòxid de carboni (CO₂). Aquest gas prové de la respiració dels microorganismes durant el procés de descomposició. La producció d'aquest CO₂ té una importància destacada en els sòls agrícoles que serà tractada més endavant en aquest mateix capítol.

02 Conservació de la matèria orgànica en l'Agricultura de Conservació

Durant dècades, el conreu sistemàtic del sòl ha dut a una disminució dels continguts de matèria

orgànica dels sòls agrícoles. Al contrari d'allò que sempre s'havia cregut, la utilització de l'arada de pales, com a eina principal de treball del sòl, ha accelerat la descomposició de la matèria orgànica dels sòls disminuint, així, la seva fertilitat natural.

El conreu genera unes condicions més òptimes en el sòl per a la descomposició de la matèria orgànica. El conreu produeix la incorporació dels residus des de la superfície a l'interior del sòl i genera unes condicions d'humitat, temperatura i aireació més favorables per a l'activitat dels microorganismes que descompondran els compostos orgànics localitzats a l'interior del sòl.



El manteniment d'un elevat contingut de matèria orgànica en els sòls resulta de vital importància per tal d'aconseguir un òptim desenvolupament dels cultius.

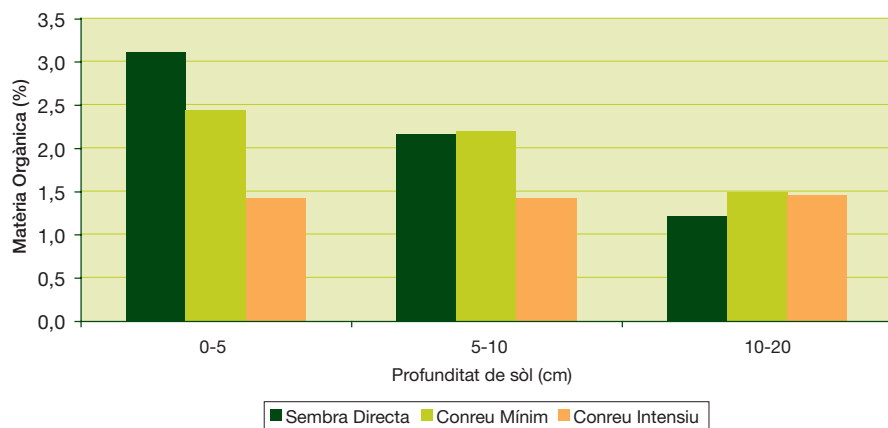


Figura 1. Matèria Orgànica en el sòl en %, en diferents sistemes de conreu. Camp experimental d'Agramunt. Lleida.

L'aparició de tècniques d'AC ha conduït a la reducció del conreu del sòl i, per tant, a una disminució de les pèrdues de matèria orgànica dels sòls. El Grup d'Agronomia de la Universitat de Lleida porta diversos anys estudiant la influència dels sistemes de conreu en l'acumulació de matèria orgànica. Després de més de 15 anys d'assaigs en secà, a la localitat d'Agramunt, en els primers 5 cm de sòl s'observa el doble de matèria orgànica en sembra directa – no conreu en comparació amb un conreu intensiu amb arada de pales (Figura 1). El nivell de matèria orgànica en el conreu mínim es situa entre la sembra directa – no conreu i el conreu intensiu. A mesura que ens en anem a una major profunditat de sòl, les diferències entre sistemes de conreu es fan més petites i, d'aquesta manera, de 10 a 20 cm els valors de matèria orgànica són una mica més grans en el conreu intensiu que en la sembra directa – no conreu (Figura 1).

Per tant, tal i com es mostra en aquests resultats, la sembra directa té un efecte d'acumulació de matèria orgànica en els primers centímetres de sòl en comparació amb el conreu intensiu. L'acumulació de residus a la superfície del sòl, juntament amb unes condicions menys òptimes per a l'activitat dels microorganismes del sòl (limitació d'oxigen, condicions climàtiques més limitants) genera una menor descomposició de matèria orgànica del sòl en sembra directa.

El major contingut de matèria orgànica en sembra directa, en els primers centímetres de sòl, es tradueix en unes millors condicions en l'estructura del sòl. L'estructura del sòl és una característica física molt important en els sòls agrícoles ja que influeix d'una manera directa en el rendiment

de les collites. Una bona estructura del sòl implica l'agregació de les partícules del sòl, formant blocs o agregats de mida adequada i, sobretot, estables. Els agregats del sòl són unions de matèria orgànica amb les partícules minerals del sòl (llims i argiles). Així, quan un sòl està format per agregats uniformes, de mida mitjana i estables (és a dir, que resisteixen a la ruptura ja sigui per les gotes de la pluja o pel conreu) tindrem un sòl amb una estructura òptima que permetrà un correcte desenvolupament de les arrels dels cultius. Al mateix temps, tindrem un sòl en el qual serà més fàcil treballar, amb una major capacitat d'infiltrar i acumular aigua i, sobretot, més resistent als processos d'erosió. Una adequada formació d'agregats, tant de mida com d'estabilitat, està condicionada pel contingut de matèria orgànica del sòl. Així, majors continguts de matèria orgànica generaran agregats més estables i uniformes que ens permetran unes millors condicions per a la pràctica agrícola. En el mateix experiment d'Agramunt de la Figura 1 i en un altre situat a la localitat de Selvanera, els agregats de sembra directa en superfície van ésser aproximadament el doble d'estables que els agregats del conreu intensiu (Figura 2). Per tant, el major contingut de matèria orgànica present en la sembra directa en comparació amb el conreu intensiu, com es mostra a la Figura 1, condueix a una major estabilitat dels agregats de sembra directa respecte als del conreu intensiu.

03 Contribució de l'Agricultura de Conservació a la fixació de CO₂

El CO₂ és un gas actualment de moda a causa de la seva implicació en l'anomenat efecte



La sembra directa acumula residus a la superfície del sòl, afavorint un segrest de matèria orgànica en els primers centímetres dels sòls.

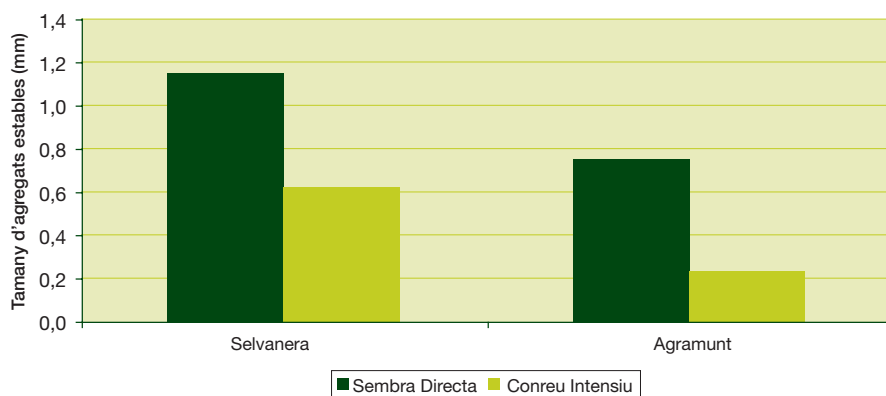


Figura 2. Distribució de la mida d'agregats estables a l'aigua en mm, en diferents sistemes de conreu, en els primers 5 cm del sòl. Camps experimentals de Selvanera i Agramunt. Lleida.

hivernacle i en el canvi climàtic. Concentracions altes d'aquest gas a l'atmosfera porten a un increment de les temperatures terrestres i a una alteració dels règims de pluges. En els últims anys, s'han establert polítiques (com per exemple el Protocol de Kioto) encaminades a disminuir aquestes emissions de CO₂ per part dels diferents sectors, amb la finalitat de disminuir i controlar la concentració de CO₂, així com d'altres gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera.

El desenvolupament dels cultius requereix d'una important quantitat de diòxid de carboni (CO₂) per a dur a terme el procés de fotosíntesi. Les plantes capten aquest CO₂ de l'atmosfera i gràcies a aquest procés els cultius són capaços de transformar l'aigua i els nutrients minerals absorbits en sucres útils per a la seva activitat. Així, els cultius eliminen una gran quantitat de CO₂ de l'atmosfera i l'incorporen a la seva estructura mitjançant el procés de fotosíntesi.

No obstant això, després de la collita, els residus dels cultius passen al sòl on els microorganismes presents els descomponen. Tal i com ja hem comentat anteriorment, la descomposició d'aquests residus generarà CO₂, que s'emmagatzemarà en el sòl i s'anirà alliberant a l'atmosfera. Per tant, si es disminueix o bé es frena la descomposició del residu, s'aconseguirà un emmagatzematge de CO₂ atmosfèric (fixat en l'estructura del cultiu i retornat al sòl en forma de residu) en el sòl. D'aquesta manera, el sòl tindrà la funció de magatzem de CO₂ atmos-

Assaig	Campanya de cultiu	Sistema de conreu		
		Sembra directa	Conreu mínim	Conreu intensiu
Selvanera (Lleida)	03-04	1.56	1.65	1.76
	04-05	0.47	0.55	0.47
Agramunt (Lleida)	03-04	0.87	0.92	1.03
	04-05	0.45	0.45	0.51
Peñaflor (Zaragoza)	03-04	1.23	1.43	1.42
	04-05	0.39	0.56	0.58

Taula 1. Mitjana d'emissions de CO₂ (g CO₂ m⁻² h⁻¹) del sòl a l'atmosfera al llarg de dues campanyes agrícoles (2003-2004 i 2004-2005) i en funció del sistema de conreu.

fèric ajudant, així, a mitigar les emissions de gasos d'efecte hivernacle generades per altres activitats.

Com ja s'ha esmentat en l'apartat anterior, l'AC condueix a un increment dels continguts de matèria orgànica. Per tant, tècniques de conreu reduït i, molt en especial, la sembra directa, porten a una menor descomposició dels residus de les collites, generant una menor quantitat de CO₂ en el sòl, que poc a poc s'alliberarà a l'atmosfera. En tres assaigs duts a terme al llarg de la Vall de l'Ebre, les menors emissions de CO₂ del sòl a l'atmosfera es van obtenir, en general, en la sembra directa, i les majors emissions en el conreu intensiu (Taula 1).

A més d'aquesta més gran emissió del conreu intensiu durant la campanya en comparació amb el conreu mínim i, sobretot, a la sembra

directa, el conreu intensiu del sòl genera una forta alliberació del CO₂ atrapat en el sòl en el moment del conreu. Així, en un experiment dut a terme a Agramunt, es va obtenir sis vegades més d'emissions de CO₂ en el conreu intensiu respecte a la sembra directa en el moment de conrear (Figura 3). El conreu produeix una alliberació del CO₂ que s'havia acumulat en el sòl com a conseqüència de la descomposició de la matèria orgànica del sòl.

04 Conclusions i recomanacions

La matèria orgànica del sòl és un paràmetre bàsic dels sòls agrícoles. El manteniment d'un alt contingut de matèria orgànica té una doble repercussió pel que fa a la productivitat i a la qualitat ambiental dels nostres agrosistemes.

La matèria orgànica influeix positivament en un gran nombre de processos que es produeixen en els sòls agrícoles. Processos com l'emmagatzematge d'aigua en el sòl, el control de l'erosió i la fertilitat del sòl són exemples clars de processos controlats en part per la matèria

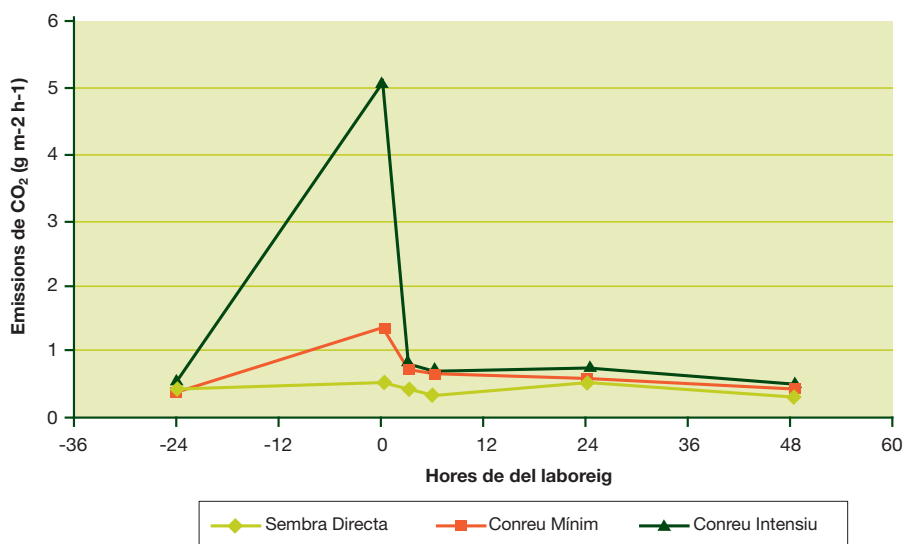


Figura 3. Emissions de CO₂ (g m⁻² h⁻¹) del sòl a l'atmosfera immediatament després de llaurar el novembre 2004 a Agramunt, Lleida.



El conreu intensiu duu a una pèrdua de la matèria orgànica emmagatzemada en el sòl i, per tant, a unes majors emissions de CO₂ a l'atmosfera.



Mesures d'emissions de CO₂ des del sòl.
Foto: C. Cantero.

orgànica del sòl. Per tant, el manteniment d'uns alts nivells de producció al llarg del temps en les nostres zones requereix d'uns elevats continguts de matèria orgànica.

L'adopció de tècniques d'AC condueix a un increment del contingut de matèria orgànica dels sòls. En concret, la reducció del conreu i, en especial, la sembra directa, són les pràctiques més recomanables per a aquesta finalitat. La sembra directa, a diferència del conreu intensiu, porta a una acumulació de residus vegetals en superfície i a unes condicions menys òptimes per a la descomposició d'aquests residus a l'interior del sòl. D'aquesta manera, en poc temps, la utilització d'aquesta tècnica ens permet un increment dels continguts de sembra directa en comparació amb el conreu intensiu, afavorint unes millors condicions per la productivitat dels sòls.

A més, increments de matèria orgànica en els sòls comporten la fixació de CO₂ atmosfèric ajudant, d'aquesta manera, a l'eliminació d'aquest gas d'efecte hivernacle de l'atmosfera. Aquesta fixació de CO₂ atmosfèric per la reducció o l'eliminació del conreu permetrà compensar part de les emissions de gasos d'efecte hivernacle que es generen en altres sectors com ara la indústria o el transport. Malgrat que l'increment

de C orgànic en els sòls agrícoles és un procés limitat i, segons les zones, amb poc potencial, té l'interès que és un procediment ràpid sense elevades despeses i amb un impacte positiu en la qualitat i productivitat dels nostres sistemes. Tanmateix, aquesta fixació de CO₂ pot ésser, en un període no gaire llarg de temps, motiu d'algun tipus de compensació o ajuda a l'activitat agrícola com a conseqüència de l'urgent necessitat que hi ha de disminuir els nivells de CO₂ de l'atmosfera.

05 Per a saber-ne més

Álvoro-Fuentes J., M.V. López, R. Gracia, Arrúe J.L.. 2004. *Effect of tillage on short-term CO₂ emissions from a loam soil in semiarid Aragón (NE Spain)*. Options Méditerranéennes. Series A: Séminaires Méditerranéens 60, 51-54.

Arrúe, J.L. 1997. *Impacto potencial del laboreo de conservación sobre el suelo como sumidero de carbono atmosférico*. P. 189-200. A: García Torres i González Fernández (Ed). Agricultura de conservación: fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos (AELC/SV)

Els residus de collita són uns dels principals per a la formació de matèria orgànica del sòl.
Foto: C. Cantero



Labrador Moreno J. 2002. *La materia orgánica en los agrosistemas*. 2a edició. Mundi-Prensa. Madrid.

Paul EA., Paustian K., Elliot ET., Cole CV. 1997. *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long-term Experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

<http://www.ipcc.ch/>

06 Autors



Álvaro Fuentes, Jorge
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
jalvaro.fuentes@gmail.com



Angás Pueyo, Pedro
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
pdroangas@hotmail.com



Cantero Martínez, Carlos
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
carlos.cantero@pvcf.udl.cat



Cortés Moragrega, Carlos
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
ccortes@pvcf.udl.cat



Gregori Punyet, Jaume
Oficina Comarcal de l'Urgell, DAR
jaume.gregori@gencat.net



Lampurlanés Castel, Jorge
Departament d'Enginyeria Agroforestal
ETSEA. UdL
jlampur@eagrof.udl.cat



Martí Noguero, Silvia
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
silvia.marti@pvcf.udl.cat



Moncunill Geniz, Judit
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
judit.moncunill@gmail.com



Morell Soler, Francisco J.
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal
ETSEA. UdL
pacomorell@yahoo.com

07 Agraïments i reconeixement

L'Agricultura de Conservació es va desenvolupar a Catalunya fa gairebé 30 anys i durant aquest temps s'ha anat estabilitzant. Actualment i des de l'any 1991 és el Grup d'Agro-nomia del Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal de la Universitat de Lleida qui porta a terme projectes d'investigació i activitats de transferència de tecnologia i desenvolupament d'aquestes tècniques. Tanmateix, hi ha persones, agricultors, tècnics i estudiants que durant aquests anys han participat en aquestes activitats. A tots ells el nostre agraïment i reconeixement. Entre ells volem anomenar, per la seva constància i entusiasme, a les famílies Gabernet i Gomà de El Canós; a Joan Codina de Massoteres; a Jaume Ramon, Josep Maria Penella, família Albareda, Jaume Avel·lana, Francesc Maquilles, Josep Maria Gené i Joan Ribes d'Agramunt; a Xavier Llobet de Vilanova de Bellpuig; a Josep Maria Besora de Selvanera. Als tècnics del DAR en aquell moment, Joan Salvador Minguet, Andreu Bosch i Guillem Puertas, que van plantejar el camp de Selvanera.



Camps de sembra directa a la Segarra.



Família Albareda-Salvadó. A la dreta, Francesc Xavier →

L'agricultura de conservació es basa en una sèrie de pràctiques agronòmiques que permeten un maneig del sòl que n'altera menys la composició, l'estructura i la biodiversitat. La família Albareda-Salvadó, propietària agrícola, ramadera i rural, fa molts anys que conrea les seves terres amb aquesta tècnica, on cultiven panís, blat i alfals. Parlem amb Francesc Xavier Albareda sobre el present i el futur de l'agricultura de conservació a les comarques catalanes.

Quants anys fa que utilitza la sembra directa com a sistema de l'agricultura de conservació? Què els va fer decidir a aplicar-la?

El pas a la sembra directa com a sistema de conreu, l'anomenada agricultura de conservació (AC), no ha estat una decisió sobtada.

Vam començar fa 24 anys passant del conreu tradicional amb arreu al subsolador. El següent pas va ser aplicar la tècnica del conreu mínim i posteriorment la sembra directa, tècnica amb què cultivem actualment tota la superfície de la nostra explotació.

El sistema de la sembra directa permet reduir el consum de carburant, sembrar la màxima superfície al moment oportú i menys escorrentia de l'aigua en les tronades. A més, ofereix la possibilitat d'augmentar la producció i disposar de més temps.

Aquest tipus d'agricultura està molt present a la seva zona?

Actualment, gairebé la totalitat del conreu de la subcomarca de la Ribera del Sió es realitza amb agricultura de conservació.

Més del 60 per cent de la superfície de secà es conrea amb sembra directa a causa de la

L'ENTREVISTA

Francesc Xavier Albareda Salvadó
Agricultor. Coscó (l'Urgell)

"L'AGRICULTURA DE CONSERVACIÓ ÉS ALGUNA COSA MÉS QUE SEMBRA DIRECTA"

bona resposta dels cultius a aquest sistema, així com la bona harmonia establerta entre la investigació (Universitat de Lleida), i la divulgació i assessorament de l'Oficina Comarcal de l'Urgell.

L'èxit d'aquest tipus de sembra també ve motivat per l'entusiasme i la il·lusió d'un grup d'empresaris que van formar part dels grups de treball del desaparegut Servei d'Extensió Agrària.

"Hem comprovat que amb l'AC s'aprofita millor l'aigua de pluja i el nitrogen utilitzat com a adob."

Quins avantatges considera que aporta l'agricultura de conservació?

A la nostra explotació hem comprovat que amb l'AC s'aprofita millor l'aigua de pluja i el nitrogen utilitzat com a adob, es redueix l'erosió del sòl i suposa un estalvi de carburant en les tasques del sòl. Tanmateix, permet augmentar el nivell de matèria orgànica al temps que s'afavoreix la retenció de CO₂ i augmenta la producció.

Per contra, quins aspectes negatius planteja respecte l'agricultura convencional?

Un dels pocs aspectes negatius és l'elevat preu de la maquinària. A més, hauriem de mostrar més atenció en el tema de les males herbes i la gestió de les restes de la collita.

Pel que fa a l'acumulació de l'aigua i la protecció contra l'erosió, quines diferències presenta aquesta tècnica en comparació amb la convencional?

Des d'un punt de vista pràctic, amb l'acumulació de l'aigua observem que la collita té una naixença i un desenvolupament més uniforme. D'aquesta manera es manté verda més temps al final del cicle.

Respecte a l'erosió, pràcticament han desaparegut els aragalls causats per les escorrenties, atès que la sembra directa millora la infiltració d'aigua al sòl i les restes de la collita anterior frenen l'aigua, evitant així l'escorrentia.

"La sembra directa és una opció molt interessant pels cultius de regadiu."

Quins problemes planteja el manteniment de la tecnologia de conservació?

En general no tenim gaires problemes, tret de dificultats puntuals en el control del bromus (escaldaboques). Aquesta problemàtica s'ha superat amb l'alternativa de cultiu i l'ús d'un herbicida específic si s'escau.

A la seva explotació, han provat l'agricultura de conservació en cultius de regadiu?

En aquests casos estem aplicant agricultura de conservació, però, de moment, no fem sembra directa de forma generalitzada. Tanmateix, el nostre grup de treball està investigant en el tema, ja que sembla una opció molt interessant.

"El futur de l'AC és molt esperançador si es disposa d'un assessorament eficaç."

Segons el seu parer, creu que aquesta agricultura és sostenible per als agricultors?

És el camí a seguir. No obstant, no vol dir que tothom i a tot arreu es pugui fer sembra directa. L'agricultura de conservació és alguna cosa més que la sembra directa.

Quin paper juga l'Administració en el desenvolupament i promoció d'aquesta tècnica? Què creu que es podria millorar?

Hom creu que l'Administració no ha donat suport a aquest sistema de conreu amb prou fermesa. En altres indrets de l'estat espanyol he observat una aposta més decidida, ja sigui en l'aspecte tècnic o l'econòmic.

Per poder millorar, cal una inversió tècnica (recerca, divulgació i assessorament) i econòmica (una línia d'ajut agroambiental). La sostenibilitat de les produccions i la millora del medi ambient no ofereix cap dubte.

Com veu el futur de l'AC a les comarques catalanes?

El futur és molt esperançador, sempre que es disposi d'un assessorament eficaç per a l'adequació del sistema de sembra directa a les diferents comarques de Catalunya.

RuralCat.
redaccio@ruralcat.net