

INSTITUCIÓ CATALANA
D'ESTUDIS AGRARIS
L'AIRE I L'AGRICULTURA,
A CÀRREC DE
JOSEFINA PLAIXATS,
DE LA UNIVERSITAT AUTÒNOMA
DE BARCELONA

Els antics pensadors grecs van postular les primeres hipòtesis sobre la diversitat del món material basada en un element primordial o més d'un, constitutius de tot el que hi ha. És el primer intent d'explicació racional general del món. Tales de Milet (640-60 aC) elaborà la tesi que la diversitat de les coses troba la seva unitat en un element primigeni, l'aigua. Per a Anaxímenes de Milet (586-528 aC), l'aire era el principi de totes les coses, l'element de la vida. Les transformacions de l'aire possibilitaven canvis quantitativs que es traduïen en qualitativs: si l'aire s'ensraria, donava lloc al foc, si es condensava, formava, progressivament, els núvols, l'aigua, el sòl i les roques. Heràclit (540-475 aC) promulgà que el foc era l'origen del cosmos. Més tard Empèdocles d'Agrigent (482-430 aC) considerà l'aire un dels quatre elements que, conjuntament amb l'aigua, la terra i el foc, componien la matèria. No va ser fins al final del segle XVIII que el químic francès Lavoisier va demostrar que l'aire no era un element, sinó un compost format per l'oxigen, l'aire vital i l'azot sense vida, que més tard es va anomenar *nitrogen*. Amb el nom de *aire* designem la barreja de gasos (oxigen 21 %, nitrogen 78 %, argó 0,9 %, diòxid de carboni 0,03 %, altres gasos 0,06 % i vapor d'aigua) que formen l'atmosfera terrestre.

L'aire és essencial per a la vida. Els éssers vius viuen gràcies a la capacitat de les plantes i els microorganismes d'obtenir de l'atmosfera substàncies vitals per al seu creixement i desenvolupament. Però, és la mateixa vida, amb el procés de la fotosíntesi, la que ha determinat, des de fa 3.500 milions d'anys, la composició de l'aire gràcies al constant intercanvi natural de gasos entre biosfera i atmosfera. És en els orígens de l'agricultura, al neolític, que s'inicia el gran procés d'alteració d'aquest intercanvi i del medi natural en general. L'home va començar a cremar boscos per a conrear vegetals i,

més endavant, per a establir superfícies de pastura per als animals que a poc a poc va anar integrant en el seu règim de vida sedentària. Amb aquest nou sistema de producció alimentària, van començar les emissions de gasos a l'atmosfera, cosa que en va alterar l'equilibri natural. Tot i això, les concentracions de gasos de l'aire s'han mantingut gairebé constants fins fa uns tres-cents anys. L'augment progressiu de la concentració de gasos a l'aire comença a la segona meitat del segle XVIII amb la revolució industrial, que suposa l'inici del creixement extraordinari de la població del món i, alhora, un augment espectacular de les necessitats energètiques i alimentàries per a mantenir aquesta població.

A partir de la segona meitat del segle XX, amb l'anomenada *revolució verda*, que té com a objectiu fer augmentar la producció d'aliments, es passa de l'agricultura tradicional a l'agricultura convencional o productivista, dels sistemes de producció extensius als sistemes intensius. Aquest model actual d'agricultura, amb les activitats agrícola i ramadera sovint separades, esdevé una font important d'emissió de gasos que contribueix a l'efecte hivernacle i a la pluja àcida i, en conseqüència, al canvi global del medi ambient. Així, les activitats humanes, amb l'ús de combustibles fòssils i els sistemes de producció agraris, provoquen emissions de residus cap a l'atmosfera, que s'afegeixen als gasos d'efecte hivernacle. És l'anomenat *efecte hivernacle addicional o antròpic*. S'estima que la contribució d'aquests gasos resultants de les activitats humanes a l'efecte hivernacle és del 55 % de diòxid de carboni (CO₂), el 15 % de metà (CH₄), el 6 % d'òxid nítrós (N₂O) i el 24 % de clorfluorocarbonats (CFC).

La producció agropecuària constitueix la font antropogènica principal d'emissió d'amoníac, que és una de les causes més importants de la pluja àcida, i la de gasos d'efecte hivernacle. Aproximadament representa una cinquena part de l'efecte hivernacle antropogènic, ja que produeix prop del

60 %, el 70 % i el 25 %, respectivament, de totes les emissions de metà, òxid nitrós i diòxid de carboni (Goldsmith, 2005).

Altres repercussions dels sistemes de producció intensius són l'increment de l'erosió i compactació del sòl, la contaminació de les aigües superficials i subterrànies i l'ús de culturs i races millorades que condueixen a la pèrdua de diversitat genètica.

Aquests efectes es manifesten arreu del món i, davant d'això, al final del segle XX, sorgeixen les anomenades *agricultures alternatives*: integrada, de conservació, ecològica, permacultura, etc. Totes són aproximacions progressives cap al que ha de ser l'agricultura i ramaderia sostenibles. Un dels objectius d'aquestes noves pràctiques és reduir l'emissió de CO₂ a l'atmosfera i fer augmentar la captació, el segrest i el reservori de carboni al sòl aprofitant la important funció que exerceixen les plantes d'absorbir diòxid de carboni de l'aire per a créixer i desenvolupar-se.

PRODUCCIÓ AGRÍCOLA I EMISSIÓ DE GASOS

La producció agrícola causa un impacte directe en el canvi global del medi. Les principals activitats agrícoles que causen emissió de gasos a l'aire són: canvis d'ús del sòl, cremes de biomassa, incorporació i aplicació de fertilitzants i biocides, utilització de combustible fòssil i el conreu específic de l'arròs.

Canvis d'ús del sòl i cremes de biomassa

Entenem per canvi d'ús del sòl el propòsit productiu a què es destina, és a dir, la manera que l'home té d'aprofitar la producció primària neta (Meyer i Turner, 1992).

TAULA 1. *Evolució dels canvis d'ús del sòl al món*

<i>Superfície (10⁶ Km²)</i>	<i>Any 1700-1800</i>	<i>Any 1980</i>	<i>Any 2002</i>
Agrícola (total)	28,0	47,31	50,19
Terres de conreu	3,0	14,4	15,3
Conreu de regadiu	0,08	2,10	2,76
Boscós i forest	61,51	42,97	41,72
Pastures	25,00	32,91	34,85

FONT: Dades elaborades a partir de Meyer i Turner (1992) i FAO (2004).

L'agricultura i la ramaderia representen la proporció més elevada d'ús del sòl per l'home. El total de la superfície de la Terra és de 130 milions de km². L'any 2000 les pastures i els conreus ocupaven el 37,4 % de la superfície de terra del món (FAO, 2004). A la taula 1 es pot observar quina ha estat l'evolució dels usos del sòl durant els últims tres-cents anys. La superfície de les terres de conreu i de pasturatge ha augmentat uns 12 milions de km², a partir de la transformació principalment de boscos (tropical, temperat i boreal) i sabanes, que es cremen de manera controlada, en terres de cultiu. S'estima que la crema de sabanes tropicals destrueix tres vegades més matèria seca per any que la de les selves tropicals (taula 2). L'efecte immediat de la crema és la producció i l'alliberament a l'atmosfera de gasos i partícules resultants de la combustió de biomassa, principalment diòxid i monòxid de carboni, metà, altres hidrocarburs, òxid nítrós i clorur de metilè, cosa que contribueix a l'efecte hivernacle i, per tant, a l'escalfament global (taula 3). El carboni segrestat durant un període llarg de temps s'allibera a l'atmosfera en unes hores. Així la desforestació comporta un efecte negatiu doble. D'una banda, allibera CO₂ a l'atmosfera i, de l'altra, redueix la fixació i l'emmagatzematge de carboni. Els boscos són les formacions vegetals que tenen la capacitat d'assimilar més diòxid de carboni. Un bosc tropical humit pot assimilar vint tones de carboni per hectàrea i any. En boscos mixtos de clima tempe-

TAULA 2. *Estimació global anual de la biomassa cremada i de l'emissió de carboni a l'atmosfera*

<i>Font</i>	<i>Biomassa Tg MS/ any</i>	<i>Carboni alliberat (Tg/ any)</i>	<i>Carboni alliberat (%)</i>
Sabanes	3.690	1.660	42,1
Residus agrícoles	2.020	910	23,1
Boscors tropicals	1.260	570	14,5
Llenya	1.430	640	16,2
Boscors temperats i boreals	280	130	3,3
Carbó vegetal	21	30	1,0
Total món	8.700	3.940	100

FONT: Adaptat d'Andreae (1995). 1 teragram = 10⁶ tones.

TAULA 3. *Contribució dels gasos de la crema de biomassa a les emissions globals*

<i>Categoria</i>	<i>Biomassa cremada (Tg element/any)</i>	<i>Emissions globals (Tg element/any)</i>	<i>Biomassa cremada (%)</i>
Diòxid de carboni (brut)	3.500	8.700	40
Diòxid de carboni (net)	1.800	7.000	26
Monòxid de carboni	350	1.100	32
Metà	38	380	10
Altres hidrocarburs	24	100	24
Òxid nítric	8,5	40	21
Amoníac	5,3	44	12
Gasos de sofre	2,8	150	2
Clorur de metil	0,51	2,3	22
Hidrogen	19	75	25
Ozó troposfèric	420	110	38
Partícules	104	1.530	7
Partícules carboni orgànic	69	180	39
Carboni elemental (sutge)	19	<22	>88

FONT: Adaptat d'Andreae (1991) a *Environmental Science and Technology* (1995).

rat, l'assimilació de carboni se situa entre dos i quatre tones de carboni per hectàrea i any (Houghton, 1995). En climes més secs, aquest valor és d'un quilogram de carboni per hec-

tàrea i any (Domènech, 1991). El canvi d'ús del sòl suposa el 60 % del total d'emissions de carboni a l'atmosfera per combustió de biomassa.

A més de les cremes per canvis d'ús del sòl, cal afegir-hi els combustibles obtinguts a partir de biomassa, és a dir, llenya, la crema de residus de les collites i residus animals, que també són causes directes que afecten la composició de l'aire. A la taula 2 s'observa que la crema de residus de les collites representa el 23 % d'emissió de carboni del total alliberat per la crema de vegetació, un valor més elevat que no pas el d'ús com a combustible. D'altra banda, la tala del bosc i el matollar per a combustible no té efectes tan importants si es considera que aquestes emissions poden ser compensades per la regeneració dels arbres i matolls. Tot i això, en els països més pobres, aquest efecte és més rellevant. Els boscos propers a les poblacions pateixen desforestació, ja que el consum es més ràpid que la regeneració natural d'aquestes formacions vegetals (Ludevid, 1997).

La crema dels boscos i material vegetal no sols allibera carboni en forma de CO_2 , sinó que recentment s'han descobert, mitjançant microscòpia electrònica, unes noves partícules formades per carboni, fins ara desconegudes, i que s'han anomenat *boles de quitrà* (Pósfai, 2004). Aquestes *boles* no tenen estructura interna i es comporten de manera molt diferent a altres formes de contaminació per carboni i es formen hores després de l'emissió de gasos a l'atmosfera.

A la taula 3 es pot observar que, a escala global, la crema de biomassa vegetal contribueix en un 26 % a les emissions de CO_2 , un 10 % a la de metà, un 21 % a la d'òxid nítrid i un 12 % a la d'amoniac.

Al principi del segle XX, la ciència aporta coneixements de com es pot extreure un rendiment més gran de les propietats del sòl. L'any 1914 es va descobrir i desenvolupar el procés industrial de la fixació del nitrogen atmosfèric. S'inicia la utilització d'adobs minerals per a fertilitzar la terra. Des d'aquest moment la producció i aplicació de fertilitzants ha anat augmentant gràcies al procés d'intensificació de l'agricultura a partir de la segona meitat del segle passat. L'any 1961 es van aplicar dotze milions de tones de fertilitzants nitrogenats a les terres de conreu del món. Aquesta quantitat ha augmentat progressivament fins a l'actualitat (figura 1). L'any 2002 l'aplicació d'aquests fertilitzants ha estat de noranta milions de tones (FAO, 2004). L'aplicació d'aquests adobs és una de les causes importants de les emissions de compostos de nitrogen a l'atmosfera. L'emissió d'amoníac a l'atmosfera contribueix al fenomen de la pluja àcida, que presenta un gran poder acidificant (FAO, 2002). L'òxid nítrós prové de la transformació dels compostos de nitrogen per l'acció microbiana en el sòl a partir de la fixació biològica del nitrogen atmosfèric, de la mineralització de la

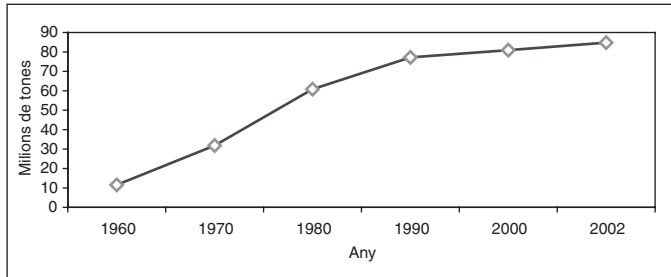


FIGURA 1. *Evolució de consum de fertilitzants de nitrogen al món.*
FONT: FAO (2004).

matèria orgànica del sòl, dels fertilitzants orgànics i, de manera especial, del nivell de fertilització mineral del sòl. L'aportació d'òxid nitrós per l'activitat agrícola representa el 37 % de l'emissió antropogènica (FAO, 2002).

Els pesticides són una altra font d'emissió de substàncies a l'aire. Es calcula que hi ha pèrdues considerables de biocides per volatilització durant i després de la seva aplicació, d'un 40-60 % de la dosi aplicada en funció de diferents factors del mateix producte i de les condicions ambientals. La volatilització és una de les rutes principals de l'emissió de biocides a l'aire.

Alguns d'aquests productes es consideren substàncies tòxiques poc biodegradables (POP) i en són els més importants els compostos organoclorats; afortunadament la majoria ja no són permesos en els països desenvolupats (conveni d'Estocolm, 2001).

297

Utilització de combustible fòssil

L'agricultura convencional emprava energia fòssil. Aquesta energia es necessita per a la producció de fertilitzants i biocides, l'ús de la maquinària agrícola i el funcionament de bombes per a irrigació. Aquestes activitats comptabilitzen més del 90 % de l'energia emprada directament o indirectament en les pràctiques agrícoles i contribueix en un 5 % a l'emissió global de diòxid de carboni.

Conreu de l'arròs

El conreu de l'arròs representa una font important d'emissió de metà a l'atmosfera per les condicions especials de creixement d'aquest cereal tan important per a l'alimentació hu-

mana. En aquest sistema de cultiu, l'atmosfera del sòl queda empobrida d'oxigen i dona lloc a la fermentació anaeròbia de la matèria orgànica, cosa que produeix metà, que passa per difusió a l'aire a través de les arrels i les tiges de les plantes. La projecció de les necessitats alimentàries de la població mundial en creixement constant preveu un augment del 65 % de la producció d'aquest cereal en els propers vint anys (IRRI, 1989). Les estimacions d'emissió d'aquest gas indiquen que representa el 25 % del gas metà global (Houghton, 1995). Estudis recents indiquen que una de les alternatives per a reduir l'emissió de metà és aconseguir varietats d'arròs de productivitat elevada i de baixa capacitat de transport de metà des de les arrels fins a la tija (Butterbal-bahl *et al.*, 1997).

PRODUCCIÓ RAMADERA I EMISSIÓ DE GASOS

Durant els darrers cinquanta anys s'ha produït un augment de la demanda de proteïna d'origen animal com a conseqüència de l'augment de la població i dels canvis en la dieta alimentària. El resultat n'és l'increment progressiu del nombre d'explotacions intensives. Segons la FAO (2003), el nombre de caps d'herbívoros és de $3,5 \times 10^9$ i el d'altres espècies, de 990 milions. El 36,8 % de la producció de carn correspon a explotacions intensives; el 53 % a mixtes, i només un 10 % s'obté per pasturatge (FAO, 2003). En el cas de la producció de llet, només el 7,9 % els animals pasturen i el 92,1 % restant correspon al sistema mixt.

Els sistemes ramaders intensius necessiten l'aportació d'aliments rics en nutrients per obtenir una elevada productivitat, la qual cosa requereix l'agricultura intensiva i la gestió intensiva de pastures, emprant fertilitzants químics i biocides. Una conseqüència addicional és la generació d'una gran

quantitat de residus animals que contenen una bona part dels nutrients dels aliments d'elevada qualitat i que posteriorment passaran a l'atmosfera.

La producció animal intensiva és una font important d'emissió d'amoniac, metà, diòxid de carboni i òxid nítrós (Wathes *et al.*, 1997). Les emissions d'amoniac provenen de les dejeccions dels animals i del maneig dels fems i purins, i representen el 40 % del total de les emissions globals (Subak, 1997).

L'activitat ramadera és la font antropogènica principal d'emissió de metà. Té el seu origen en el procés de fermentació digestiva dels remugants i en la transformació de les dejeccions i dels fems i purins emmagatzemats i representen el 25 % i el 15 % respectivament, de l'emissió global (Haan *et al.*, 1996). S'ha calculat que més del 90 % de l'emissió del metà prové dels animals i la resta dels fems i purins (Silsoe Research Institute, 1997). La FAO (2003) indica que les projeccions per a l'any 2030 de les emissions d'amoniac i metà procedents del sector pecuari augmentaran en un 60 %.

La producció animal intensiva també emet CO₂ amb la mateixa respiració dels animals. A tall d'exemple, una vaca en genera anualment 4.000 kg, una ovella 400 kg, un ésser humà 300 kg i un cotxe 5.500 kg (Verstegen, 1994).

CONTRIBUCIÓ DE LA PRODUCCIÓ AGRÍCOLA I RAMADERA A L'EMISSIÓ GLOBAL DE GASOS

Fins aquí hem analitzat l'efecte de l'agricultura i de la ramaderia com a factors de modificació de la composició de l'aire i la seva participació en el problema del canvi global. Cal assenyalar que, en aquests moments, és difícil fer una valoració de la contribució dels diferents components de les activitats

agrícola i ramadera a l'efecte global, ja que els càlculs teòrics per a determinar les emissions de gasos no tenen en compte sempre les mateixes fonts d'emissió.

En aquest apartat, i a manera de resum, s'analitza l'emissió de gasos a l'atmosfera de les diferents activitats agrícoles i ramaderes. La figura 2 mostra la contribució de cada activitat en percentatge del total emès per l'agricultura i la ramaderia. A la figura 3, s'integra la contribució de gasos d'origen agrícola i ramader a la resta d'activitats humanes a l'emissió de cada gas. Es pot observar que l'emissió de diòxid de carboni representa menys de la quarta part de la causada per l'ús de combustibles fòssils. Contràriament, l'emissió de metà deguda a l'activitat agropecuària és responsable de les tres quartes parts de l'emissió antropogènica global i són la ramaderia i el conreu de l'arròs els que hi contribueixen més. L'agricultura i la ramaderia són en conjunt els principals emissors d'òxid nitrós i representen, també, les tres quartes parts de l'emissió global. L'ús de fertilitzants de nitrogen n'és la causa fonamental i en representa el 40 % aproximadament. Pel que fa a l'emissió d'amoníac, que és un important factor de la pluja àcida, trobem que la ramaderia n'és la causa principal, juntament amb l'aplicació de fertilitzants inorgànics i orgànics i, en conjunt, l'agricultura i ramaderia representen les tres quartes parts de l'emissió global.

AGRICULTURES ALTERNATIVES

Com s'ha vist en els apartats anteriors, l'activitat agrícola i la ramadera amb els sistemes de producció actuals són, cada vegada més, una font important de contaminació de l'aire i també de l'aigua i del sòl i s'han convertit en un dels factors principals de l'impacte ambiental. La necessitat de mantenir un

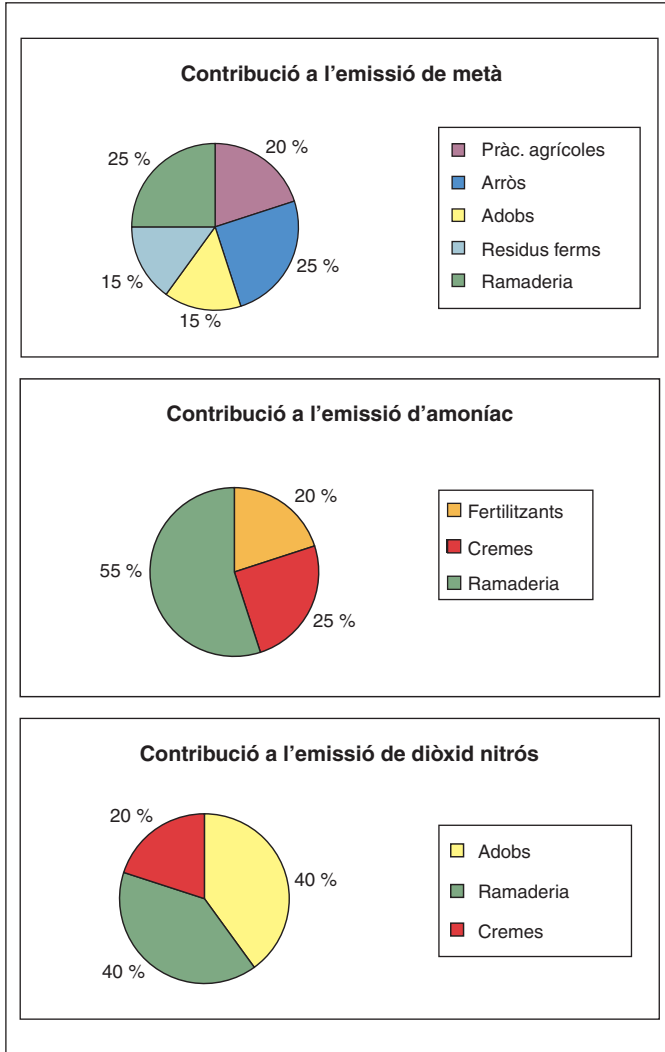


FIGURA 2. Contribució de les activitats agrícola i ramadera a l'emissió de gasos.

FONT: Dades elaborades a partir de diverses fonts.

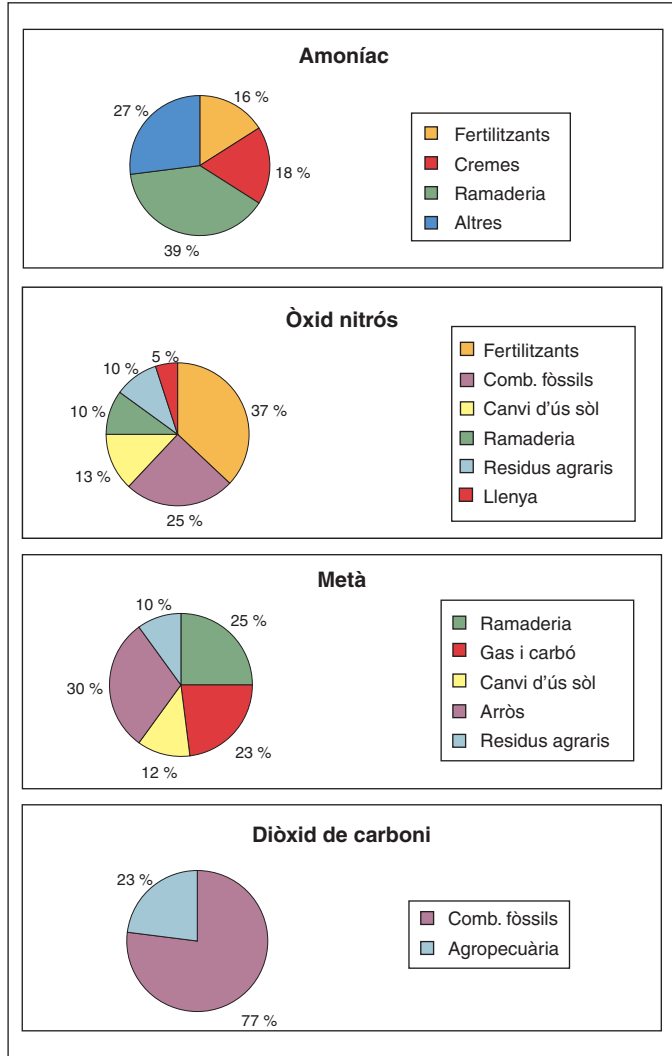


FIGURA 3. Contribució de l'activitat agrícola i ramadera a l'emissió global de gasos.

FONT: Elaboració pròpia a partir de diverses fonts.

sistema productiu i al mateix temps conservar el medi ambient explica l'interès de la societat per trobar sistemes de producció sostenibles. Aquests sistemes es reflecteixen en el protocol de Kyoto de 1997 de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic. Aquest protocol fa especial èmfasi en la promoció de formes sostenibles de l'agricultura. Fa referència al canvi d'aprofitament de les terres, al conreu de l'arròs, a la fermentació de metà i al maneig dels purins. D'altra banda, ofereix *crèdits de carboni* per als països que millorin la producció agrària amb la utilització racional de fertilitzants, pinsos més eficients, pràctiques agrícoles de conservació i la disminució de cremes, entre d'altres.

Els governs dels països i diferents organismes internacionals vetllen per la sostenibilitat del planeta tot integrant les polítiques agràries i els problemes ambientals derivats de l'agricultura. Així, sorgeixen les anomenades *agricultures alternatives* dirigides a la sostenibilitat, algunes de remota existència i el seu denominador comú és el respecte al medi ambient i, entre altres aspectes, tendeixen a disminuir l'emissió de gasos a l'atmosfera i consideren el paper de l'agricultura com una eina de segrest i emmagatzematge de carboni a sòl per mitigar-ne les emissions

303

Agricultura i ramaderia ecològica

El concepte actual de *agricultura ecològica* és el resultat d'una sèrie de pensaments i reflexions i del desenvolupament de mètodes alternatius de la producció agrària que es van iniciar al principi del segle XX. Els seus orígens els trobem a Alemanya (1913), amb l'agricultura biodinàmica; després a Anglaterra (1940), amb l'agricultura orgànica, i posteriorment a Suïssa, el 1980. L'agricultura ecològica «és un mètode específic de producció que té per objectiu obtenir productes de la

màxima qualitat tot respectant el medi ambient mitjançant l'ús dels recursos naturals i sense aplicació de productes químics de síntesi» (Reglament CEE 2092/91). A partir dels anys vuitanta es produeix un gran desenvolupament a Europa i als Estats Units d'Amèrica. Les causes principals són la demanda dels consumidors de productes de qualitat, la relació entre salut i alimentació, la preocupació per la conservació del medi ambient i el reconeixement de diferents organismes internacionals.

L'agricultura ecològica es basa en els principis i les línies d'actuació següents, que garanteixen la protecció del medi ambient, la salut del consumidor i la qualitat del producte:

- Operacions manuals o mecàniques restringides per millorar l'estructura, l'orejat i la retenció de l'aigua del sòl.
- Rotació i associació de cultius.
- Presència i manteniment de cobertures vegetals de vegetació en els límits de les zones de cultiu.
- Fertilització orgànica natural.
- Integració de l'agricultura i la ramaderia.
- Prevenició i lluita contra les plagues i malalties utilitzant varietats autòctones, lluita biològica, etc.
- Ramaderia ecològica, que s'ha desenvolupat després de l'agricultura (Reglament CE 1804/1999). La ramaderia ecològica es basa a afavorir la diversitat ecològica, la selecció de les races considerant la capacitat d'adaptació a l'entorn i la resistència a les malalties, i, en igualtat de condicions, s'ha de donar preferència a les races autòctones. L'alimentació dels animals es basa en productes obtinguts amb les normes de producció ecològica.

TAULA 4. Segrest de carboni en sistemes agrícoles orgànics i convencionals

Agricultura	Orgànica	Convencional t CO ₂ C ha ⁻¹	Diferència
<i>Cultius comercialitzables</i>			
Biomassa aèria	3,76	4,95	-1,18
Biomassa de l'arrel	1,44	0,89	0,55
<i>Cultius intercalats</i>			
Biomassa aèria	0,55	0,22	0,33
Biomassa de l'arrel	0,22	0,09	0,13
<i>Males herbes</i>			
Biomassa de l'arrel	0,22	0,04	0,17
Biomassa de l'arrel	0,04	0,01	0,03
Total	6,23	6,19	0,04
Aportació energia	0,15	0,29	-0,14
Total	6,08	5,91	0,18
Eficiència del segrest de carboni	42,8	21,6	

FONT: Haas i Köpke (1994).

Diferents estudis indiquen que l'agricultura ecològica presenta un elevat potencial per a reduir l'emissió de gasos a l'atmosfera. Les emissions de CO₂ per hectàrea dels sistemes d'agricultura ecològica són del 48 % al 66 % menors que els dels sistemes convencionals (Stolze *et al.*, 2000). Haas i Köpke (1994) (veg. la taula 4) van calcular que les emissions de CO₂ de granges orgàniques alemanyes ascendien a 0,5 tones de CO₂ per hectàrea. En l'agricultura convencional, aquesta xifra era d'1,3 tones, per la qual cosa es registrava una diferència del 60 %. Molts experiments a llarg termini realitzats en el món reconeixen que la fertilització orgànica (adobament animal, adobament verd, cultiu intercalat i cultiu de cobertura) reconstrueix la matèria orgànica del sòl (Verstegen *et al.*, 1994). Drinkwater *et al.* (1998) van demostrar l'existència d'un guany considerable de matèria orgànica en el sòl, en comparació amb el sistema convencional, amb rendiments comparables.

Pel que fa a l'emissió de metà, no hi ha estudis previs. És probable que la producció orgànica no afecti l'emissió de metà per part dels animals. No obstant això, la proporció més elevada i la menor productivitat dels remugants en la ramaderia ecològica poden ocasionar emissions de metà lleument superiors.

Agricultura de conservació

S'entén com a cultiu de conservació qualsevol sistema que mantingui una coberta orgànica permanent o semipermanent viva o morta sobre el sòl. Els seus inicis daten de 1930 als Estats Units. El seu objectiu és conservar, millorar i fer un ús més eficient dels recursos naturals per mitjà d'un maneig integrat (FAO, 2001). Permet mantenir els nivells actuals de producció i aconseguir una agricultura sostenible en el temps. Aquest sistema de producció es va expandir al final dels anys vuitanta amb la tècnica de la sembra directa, que ha estat una revolució a escala mundial. L'agricultura de conservació es basa en:

- manteniment d'una coberta orgànica permanent o semipermanent sobre el sòl
- sembra directa (SD)
- conreu mínim
- sembra intercalada de cobertes vegetals.

Un dels objectius d'aquestes pràctiques és reduir l'emissió de diòxid de carboni (> 50 %) a l'atmosfera i augmentar el segrest de carboni en el sòl. Uri (2001) estima que el carboni orgànic del sòl dels Estats Units el 1998, atribuïble a l'agricultura de conservació, és de 12,2 milions de tones mètriques i que la tendència per al 2008 és d'augmentar en un 25 %. S'estima que el potencial de l'Agricultura de Conserva-

ció per l'absorció de carboni podria igualar l'increment de CO₂ a l'atmosfera. La superfície dedicada a l'agricultura de conservació era de 58.106.000 hectàrees l'any 2000. S'estima que l'any 2030 augmentarà 150 milions d'hectàrees (FAO, 2004).

Producció integrada

El concepte de *producció integrada* prové del desenvolupament de la lluita integrada contra els enemics naturals de les plantes. La producció integrada és un sistema agrícola de producció d'aliments que utilitza al màxim els recursos i els mecanismes de regulació naturals i assegura a llarg termini una agricultura viable i sostenible. En aquest sistema, els mètodes biològics, culturals, químics i altres tècniques són acuradament escollits i equilibrats, tenint en compte el medi ambient, la rendibilitat i les exigències socials (OILB, Organització Internacional de Lluita Biològica Integrada; Directiva 91/414/CEE, 1991).

Els seus principis es basen a:

- considerar la regulació de tot l'agrosistema
- minimitzar els impactes negatius
- renovar els coneixements dels agricultors
- equilibrar les pèrdues i aportacions de nutrients
- fer un control integrat de plagues i malalties
- avaluar la qualitat dels productes.

Els seus objectius són:

- integrar els recursos naturals tot minimitzant les aportacions de productes externs
- assegurar la producció sostenible d'aliments utilitzant tecnologies respectuoses amb el medi ambient

- eliminar o reduir la contaminació produïda per l'agricultura
- mantenir les múltiples funcions de l'agricultura
- mantenir les rendes de l'explotació.

La producció integrada, a diferència de la producció ecològica, permet la utilització de productes agroquímics de síntesi (adobs, pesticides, etc.), si bé aquesta utilització està restringida a l'ús d'unes determinades matèries autoritzades, que prèviament s'han definit a les normes tècniques específiques de producció per a cada cultiu.

Agricultura sostenible

308

Segons Den Bosch (FAO, 1991), l'agricultura sostenible consisteix en el maneig i la conservació dels recursos naturals i l'orientació dels canvis tecnològics i institucionals de manera que s'asseguri la satisfacció contínua de les necessitats de l'ésser humà per a aquesta i les futures generacions. Aquest desenvolupament (en l'agricultura i silvicultura) implica conservar la terra, l'aigua, els recursos vegetals i animals i ha de ser ambientalment no degradant, tècnicament apropiada, econòmicament viable i socialment acceptable.

A partir d'aquesta declaració, és evident que l'evolució de l'agricultura s'emmarca al voltant de dos conceptes: la multifuncionalitat i la sostenibilitat. L'agricultura no és sols una activitat per a produir aliments per a l'home, sinó que no es pot deslligar de la gestió de l'espai, del medi ambient i del desenvolupament rural, en els quals pot tenir un paper molt important. Les agricultures alternatives ja esmentades tendeixen a aconseguir la sostenibilitat del nostre planeta. Podem dir que l'agricultura sostenible se situa entre l'agricultura ecològica i les altres agricultures alternatives. Totes, entre al-

tres objectius, tendeixen a reduir l'emissió de gasos a l'atmosfera i, a la vegada, augmentar el segrest de carboni de l'atmosfera al sòl. És per això que les organitzacions com la FAO impulsen, cada vegada més, les pràctiques respectuoses amb el medi ambient i, de manera específica, vetllen per la qualitat de l'aire.

CONCLUSIONS

L'agricultura i la ramaderia causen un impacte directe a l'aire, al medi ambient i, en conseqüència, al canvi global. No obstant això, l'agricultura pot ser una eina eficaç per a mitigar les emissions de gasos a l'atmosfera que provenen d'altres activitats antropogèniques, com és la de diòxid de carboni. Els esforços per a incrementar els nivells de carboni del sòl tenen beneficis addicionals en termes de millora de la productivitat i de la sostenibilitat dels sistemes de producció agrícoles. Una de les vies és estimular la pràctica de les agricultures alternatives i, fonamentalment, fer augmentar la superfície de conreu d'agricultura de conservació. En aquest sentit, és de gran importància ajudar a l'establiment d'explotacions agroforestals, atès que són sistemes d'elevada incorporació de carboni atmosfèric al sòl.

D'altra banda, cal millorar l'eficàcia dels fertilitzants com els d'alliberament controlat i la sincronització de l'aplicació de nitrogen al sòl, per tal de disminuir l'emissió de compostos de nitrogen a l'atmosfera.

La regulació i millora de les pràctiques de maneig dels residus agraris són també imprescindibles per a evitar l'augment de gasos d'efecte hivernacle i la pluja àcida.

Pel que fa a la ramaderia, afavorir els sistemes de ramaderia extensiva pot fer disminuir l'emissió de gas metà i de compostos de nitrogen a l'atmosfera i, a la vegada, pot contri-

buir a la conservació del paisatge i a la prevenció d'incendis forestals.

Finalment, i recordant Anaxímenes de Milet, cal dir que l'aire és l'element de la vida. Ell concebí el món com un ésser viu, igual com concebia l'ànima dels homes: «De la mateixa manera que la nostra ànima, que és aire, ens manté, igualment una bufada i l'aire embolcallen el món sencer.» Respectem l'aire, estimem l'aire.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREAE, M. (1995). «Biomass Burning». A: *A driver for global change: Environ. Sci. Technol.* Washington: American Chemical Society.
- BOUWMAN, A. F. (1998). «Nitrogen oxides and tropical agriculture». *Nature*, 392, p. 866-867.
- BUTTERBAL-BAHL, K.; PAPEN, H.; RENNENBERG, H. (1997). «Impact of gas transport through rice cultivars on methane emission from rice paddy fields». *Plant Cell and Environment*, 20, p. 1175-1183.
- DOMÈNECH, X. (1991). *La contaminació atmosfèrica*. Barcelona: Barcanova. (Biblioteca Cultural Barcanova; 1)
- DRINKWATER, L. E.; WAGONER, M. W.; SARRANTONIO, M. (1998). «Legume-based systems have reduced losses of nitrogen and carbon». *Nature*, 396, p. 262-265.
- FAO (1991). *La declaración de Den Bosch y el plan de acción para una agricultura y un desarrollo rural sostenibles: Informe de la conferencia*. Conferencia FAO/Países Bajos sobre Agricultura y el Medio Ambiente. S-Hertogenbosch, Países Baixos. W/U3780E/2/1.93/500.
- (2001). *Conservation Agriculture, Matching Production with Sustainability. What is the Goal of Conservation Agriculture?*

- (2002). *Agricultura mundial hacia los años 2015/2030*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento Económico y Social.
- (2003). *State of the world's forests*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- (2004). *Perspectivas para el medio ambiente: Agricultura y medio ambiente*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento Económico y Social. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- GOLDSMITH, E. (2005). *Feeding the world under climate change*. *Institute of Science and Society* [en línea]. <<http://www.i-sis.org.uk/SACI.php>>
- HAAN, C.; STEINFELD, H.; BLACKBURN, H. (1996). *Livestock and the environment: Finding a balance. A study coordinated by the Food and Agriculture Organisation, US Agency for International Development and the World Bank, European Commission*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- HAAS, G.; KÖPKE, U. (1994). «Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung». A: *Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des 12. Bundestages (Hg.): Studienprogramm Landwirtschaft Teilband II*. Bonn: Economica Verlag.
- HOUGHTON, J. T. (1995). *Climate change 1994: Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IRRI (1989). *Towards 2000 and beyond*. Manila, Filipines: International Rice Research Institute.
- LUDEVID, M. (1997). *El cambio global en el medio ambiente*. Barcelona: Marcombo Boixareu.
- MEYER, W.; TURNER, B. (1992). «Human population growth and land use / cover change». *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 23, p. 39-61.

- PÓSFAL, M.; GELENCSEÉR, A.; SIMONICS, R.; ARATÓ, K.; HOBBS, J.; BUSECK, P. R. (2004). «Atmospheric tar balls: particles from biomass and biofuel burning». *Journal of Geophysical Research-Atmospheres (JD)*, paper 10.1029/2003JD004169.
- SILSOE RESEARCH INSTITUTE (1998). *Biennial report 1996-1998*. Bedford: Silsoe Research Institute, p. 49-50.
- STOLZE, M.; PIORR, A.; HARING, A.; DABBERT, S. (2000). *The environmental impacts of organic farming in Europe*. Vol. 6. Stuttgart: Universitat de Hohenheim.
- SUBAK, S. (1997). «Full cycle emissions from extensive and intensive beef production in Europe». A: ADCER, W. N.; PETTENELLA, D.; WHITBY, M. [ed.]. *Climate-change mitigation and European land-use policies*. Wallingford: CAB International, p. 145-157.
- URI, N. (2001). «Conservation practices in U. S. agriculture and their impact on carbon sequestration». *Environmental Monitoring and Assessment*, 70, p. 323-344.
- VERSTEGEN, M.; TAMMINGA, S.; GREERS, R. (1994). «The effect of gaseous pollutants on animals». A: AP DEWI, I. [et al.] [ed.]. *Pollution in livestock systems*. Wallingford: CAB International, p. 71-79.
- WATHES, C. M.; HOLDEN, M. R.; SNEATH, R. W.; WHITE, R. P.; PHILLIPS, V. R. (1997). «Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses». *British Poultry Science*, 38, p. 14-28.