

## Ruolo dei seminativi per lo sviluppo dell'agricoltura e la salvaguardia dell'ambiente

### INTRODUZIONE

Il settore dei seminativi secondo la definizione dell'UE comprende prevalentemente le superfici destinate a (COP) Cereali, semi Oleosi e le piante Proteiche (tab. 1), le cosiddette *commodities* cioè beni per i quali c'è domanda ma che sono offerti senza differenze qualitative sul mercato e sono fungibili, cioè il prodotto è lo stesso indipendentemente da chi lo produce. Queste produzioni, con le dovute differenze per importanti e insostituibili filiere agroalimentari di qualità, svolgono un ruolo centrale per l'agricoltura italiana, sia in termini di consumi alimentari, trasformazioni industriali e sia per quanto riguarda il fabbisogno dell'industria mangimistica. In Italia nel 2007 oltre la metà delle aziende agricole (57,6%) ha investito a seminativi (6,9 M di Ha, di cui circa 4 M di Ha COP) risultando, rispetto al 2005, in diminuzione dell'1,4% (tab. 2).

Se il complesso della superficie investita a seminativi ha subito una riduzione, al suo interno l'andamento delle varie colture si presenta molto differenziato; queste coltivazioni, avendo cicli per lo più annuali, sono maggiormente soggette alle dinamiche del mercato che influenzano fortemente gli investimenti e i piani colturali aziendali. Non è, pertanto, indicativo esaminare le variazioni dei diversi seminativi, fenomeno tipicamente congiunturale, nell'ambito dell'ultima indagine biennale condotta (2005-2007). Continua a registrarsi, comunque, una riduzione delle superfici a seminativi e il contem-

\* Centro di ricerca e formazione in agronomia e produzioni vegetali, Dipartimento Scienze degli Alimenti, Università degli Studi di Teramo

\*\* Di.Pro.Ve. Agronomia e Coltivazioni Erbacee, Università degli Studi di Milano

COLTIVAZIONI	SUPERFICIE TOTALE (ha)	VAR. % 2008/2007	RESA (t/ha)	PROD. RACCOLTA (.000 T )	VAR. % 2008/2007
<b>Cereali</b>	<b>4.018.545</b>	<b>2,5</b>	<b>5,4</b>	<b>21.661</b>	<b>7</b>
Frumento tenero	695.445	5,7	5,4	3.738	15,6
Frumento duro	1.586.258	10,4	3,2	5.107	30,5
Orzo	324.730	-4,1	3,8	1.233	2,9
Riso	224.197	-3,6	6,5	1.460	-2,2
Mais da granella	990.400	-6	9,6	9.461	-3,5
<b>Semi oleosi</b>	<b>237.982</b>	<b>-10</b>	<b>2,7</b>	<b>650</b>	<b>-7,7</b>
Girasole	114.792	-9,2	2,3	261	-6,3
Soia	110.324	-15,4	3,2	354	-13,3
<b>Proteaginose</b>	<b>66964</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>133</b>	<b>0,8</b>
Favino	54301	5,4	1,9	108	1,3
Pisello proteico	7556	0,3	2,6	19	0,7
Cece	5107	0,4	1,2	6	0,5
<b>Foraggiere tempor.</b>	<b>1.936.881</b>	<b>-2,7</b>	<b>27,7</b>	<b>53.584</b>	<b>-0,3</b>
Erbai	935.206	0,3	27,2	25.445	3
Mais ceroso	270.813	-1,2	51,5	13.955	-0,5
Loietto	59.219	2,3	28,3	1.676	0,8
Prati avvicendati	1.001.675	-5,4	28,1	28.140	-3,1
Erba medica	668.450	-5,5	33	22.030	-1,6
Prati polifiti	177.808	-7,2	22,6	4.026	0,3

Tab. 1 *Superfici e produzioni dei seminativi nel 2008 (Fonte Istat)*

poraneo aumento dei terreni a riposo (+4,4%) come conseguenza della nuova politica comunitaria, applicata in Italia sin dal 2005. Questa prevede, tra l'altro, il principio dell'erogazione di contributi alle aziende agricole non più secondo il tipo di coltura praticata ma in base alla media degli importi percepiti dall'agricoltore in un dato periodo di riferimento (disaccoppiamento) e anche in funzione della condizionalità ecologica (*cross-compliance*).

Molte aziende, quindi, sono disincentivate a investire a seminativi potendo continuare comunque a percepire dei finanziamenti comunitari in base all'attività svolta nel passato. A sostegno di questa tesi si consideri che nel triennio 2000/01-2002/03, invece, l'area a seminativi era rimasta praticamente costante e i terreni a riposo si erano ridotti di oltre il 20% (ISTAT, 2008).

Il ruolo dei seminativi nel nostro Paese ha seguito una evoluzione nel tempo strettamente connessa alle politiche di intervento comunitario sul settore primario (PAC) per incrementare la produttività agricola, affinché i consumatori potessero contare su approvvigionamenti stabili di alimenti a prezzi accessibili, e anche per garantire la redditività del settore agricolo comunitario. Dalla prima grande riforma del 1992, l'agricoltura comunitaria

è stata costretta ad aumentare la competitività diminuendo i potenziali impatti ambientali negativi dei moderni metodi di produzione. L'agricoltura ha dovuto anche fronteggiare l'aumento delle preoccupazioni dei consumatori assicurando la sicurezza alimentare, ma anche qualità e prezzi dei prodotti alimentari e più recentemente, soddisfare la crescente richiesta di un'alimentazione più sana. Come tutte le *commodities*, il prezzo viene determinato dal mercato e quindi la PAC ha assicurato agli agricoltori sovvenzioni e regimi che garantivano prezzi elevati, incentivandoli così a produrre, e ha erogato aiuti finanziari per la ristrutturazione del settore, ad esempio sostenendo gli investimenti delle aziende agricole per accrescere le proprie dimensioni e capacità tecnologiche onde adeguarsi alle condizioni sociali ed economiche dei tempi. Ma anche, negli ultimi decenni, gli interventi e le direttive di carattere politico hanno acquisito, per lo sviluppo del settore primario, un peso mai conosciuto nel passato, ponendo le premesse per una nuova rivoluzione del rapporto agricoltura-ambiente. Infatti, i recenti indirizzi della politica agricola sono stati rivolti a sostenere il reddito degli agricoltori, ma al tempo stesso incoraggiando le produzioni di alta qualità richieste dal mercato per la sicurezza alimentare del consumatore, cercando nuove opportunità di sviluppo, ad esempio nel campo delle fonti di energia rinnovabile rispettose dell'ambiente. I condizionamenti dei fattori politici sono diventati di gran lunga più incisivi rispetto a quelli di carattere fisico-naturale; dai primi dipendono infatti oggi non soltanto i mercati, le scelte e le riconversioni colturali, ma anche l'organizzazione funzionale delle unità produttive, il rimodellamento dei paesaggi rurali e lo sviluppo degli spazi rurali. Anche le recenti consultazioni della PAC post 2013, sono in molti a ritenere che debba svolgere un ruolo essenziale per consentire agli agricoltori di continuare a esercitare la loro attività in condizioni nelle quali i mercati non possono garantire il giusto ritorno economico, a fronte degli elevati costi di produzione sostenuti dagli agricoltori stessi, spesso in relazione all'erogazione di beni pubblici. Molti reputano che gli agricoltori dovrebbero pertanto essere sostenuti in quanto tali e ricompensati per l'eventuale erogazione di beni pubblici supplementari. Altri ritengono che la PAC debba focalizzarsi prioritariamente sull'offerta di beni pubblici, prevedendo il sostegno degli agricoltori solo qualora tali beni siano erogati, e sul contributo alla coesione territoriale, mantenendo e rafforzando la vitalità delle aree rurali. Se la disponibilità di prodotti alimentari a prezzi ragionevoli rimane un fattore cruciale, la riforma dell'Agenda 2000 ha introdotto il collegamento con lo sviluppo sostenibile. Il pacchetto di riforma del 2003 ha spezzato il nesso tra sostegno pubblico e produzione e ha introdotto la condizionalità rispetto alla legislazione comunitaria per quanto

COLTIVAZIONI	INDAGINE 2005				INDAGINE 2007				VARIAZIONI % 2001/2005		
	AZIENDE		SUPERFICIE INVESTITA		AZIENDE		SUPERFICIE INVESTITA		AZIENDE	SUPERFICIE INVESTITA	
	COMPOSIZIONE %	COMPOSIZIONE %	COMPOSIZIONE %	MEDIA AZIENDALE	NUMERO	COMPOSIZIONE %	VALORE AZIENDALE	COMPOSIZIONE %			
Seminativi	56,2	39,5	7,3	57,6	956.574	37,1	6.935.831	38,90	-0,4	-1,4	
Cereali	36,7	22,0	22,0	37,1	421.990	10,5	3.919.009	22,0	-1,7	0,1	
Frumento tenero e spelta	5,0	3,0	3,0	10,5	176.867	15,3	640.050	3,6	14,2	20,0	
Frumento duro	3,8	5,8	5,6	15,3	257.000	8,2	1.463.166	5,2	-4,2	-6,1	
Orzo	5,1	2,0	2,5	8,2	135.437	3,8	365.593	2,1	-1,4	5,7	
Avena	3,8	1,0	2,7	3,8	64.310	12,6	157.635	0,9	-1,8	-30,5	
Granturco da granella	12,7	5,7	4,6	4,6	211.435	0,3	996.524	5,6	-3,7	-2,0	
Riso	0,3	1,2	48,2	4,6	4.928	2,7	220.124	1,2	8,4	0,5	
Colture proteiche per la produzione da granella	2,1	0,5	2,7	2,7	45.350	2,8	113.814	0,6	26,0	18,0	
Patata	2,7	0,2	0,7	2,8	47.756	0,8	34.589	0,2	3,7	11,5	
Barbietola da zucchero	2,1	1,1	5,4	0,8	14.122	0,1	84.182	0,5	-60,8	-56,8	
Piante da foraggio	0,1	0,0	3,5	0,1	937	2,6	1.948	0,0	-48,9	-69,6	
Piante industriali	3,3	1,5	4,7	0,4	42.973	15,1	231.191	1,3	-25,6	-15,3	
Ortive	4,0	1,3	1,7	0,4	140.330	9,6	231.520	1,3	1,4	-1,6	
Foraggiere avvicendate	17,0	10,0	6,1	15,1	204.243	70,2	1.795.193	10,1	3,4	0,4	
Terreni a riposo	8,3	2,7	3,3	9,6	161.971	30,1	494.217	2,0	12,4	4,4	
Coltivazioni legnose agrarie	69,7	12,6	1,9	46,2	1.178.228	0,5	2.323.184	13,0	-2,1	1,6	
Vite	30,8	4,1	1,4	30,1	506.032	4,7	761.480	4,3	-4,9	4,8	
Olivio per la produzione di olive	46,0	5,6	1,3	46,2	775.783	3,6	1.018.995	5,7	-2,3	2,2	
Agrumi	4,9	0,7	1,4	4,7	78.677	0,0	113.201	0,6	-5,6	-7,1	
Arancio	3,4	0,4	1,4	3,6	60.358	0,5	73.090	0,4	2,0	-7,0	
Mandarino	0,9	0,0	0,5	0,5	3.065	0,5	4.268	0,0	-41,3	-48,0	

Tab. 2 Aziende e relativa superficie investita per le principali coltivazioni praticate. Anni 2005 e 2007 (superfici in ettari) (Segue)

COLTIVAZIONI	INDAGINE 2005				INDAGINE 2007				VARIAZIONI % 2001/2005		
	AZIENDE		SUPERFICIE INVESTITA		AZIENDE		SUPERFICIE INVESTITA		AZIENDE	SUPERFICIE INVESTITA	
	COMPOSIZIONE %	COMPOSIZIONE %	COMPOSIZIONE %	MEDIA AZIENDALE	NUMERO	COMPOSIZIONE %	VALORE AZIENDALE	COMPOSIZIONE %			
Clementina e i suoi ibridi	0,8	0,1		1,4	13.197	0,8	17.382	0,1	-0,5	-6,7	
Limone	1,3	0,1		0,6	23.238	1,4	16.559	0,1	5,8	32,9	
Altri agrumi	0,2	0,0		0,9	2.229	0,1	1.342	0,0	-24,3	-49,3	
Frutteti	14,8	2,3		1,6	243.946	14,7	402.901	2,3	-3,4	-1,9	
Melo	3,2	0,3		1,1	49.635	3,0	55.137	0,3	-10,3	-6,3	
Pero	2,0	0,2		1,0	30.250	1,8	32.009	0,2	-13,3	-8,2	
Pesco	2,9	0,3		1,1	38.442	2,3	37.898	0,2	-20,7	-28,2	
Nectarina	0,6	0,1		2,3	14.858	0,9	25.706	0,1	50,9	15,5	
Albicocco	1,4	0,1		0,0	22.065	1,3	15.564	0,1	-18,8	-7,7	
Castagno da frutto	2,0	0,3		1,7	30.670	1,8	53.451	0,3	-9,5	-9,6	
Vivai	0,5	0,1		2,3	8.454	0,5	13.720	0,1	-2,0	-7,5	
Orti familiari	26,2	0,2		0,1	409.396	24,4	30.426	0,2	-9,6	-12,6	
Prati permanenti e pascoli	20,1	20,1		9,7	351.677	20,9	3.451.756	19,3	1,4	3,1	
Superficie agricola utilizzata	99,9	71,4		7,4	1.577.765	99,9	12.744.196	71,4	-2,8	0,3	
Albericoltura da legno	1,7	0,7		4,2	34.751	2,1	121.420	0,7	18,4	-0,4	
Boschi	20,9	20,5		10,1	371.427	22,1	3.692.223	20,7	3,0	1,2	
Superficie agricola non utilizzata	17,8	3,2		1,5	337.107	20,1	592.153	3,3	9,5	5,5	
Altra superficie	66,4	4,3		0,7	1.105.850	65,9	691.552	3,9	-3,5	-9,4	
SUPERFICIE AGRICOLA TOTALE	104,9	100,0		10,3	1.479.439	100,9	17.841.544	100,0	-2,7	9,2	

Tab. 2 Aziende e relativa superficie investita per le principali coltivazioni praticate. Anni 2005 e 2007 (superfici in ettari)

riguarda i metodi di produzione agricola. Questa impostazione ha finito con l'allineare l'orientamento al mercato alle norme ambientali e anche ad altre norme di produzione, determinanti per la sostenibilità futura del settore agricolo comunitario.

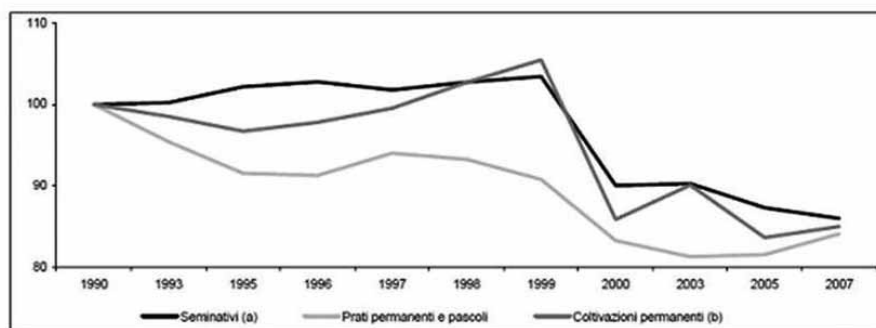
#### IL MULTI RUOLO DEI SEMINATIVI

La pratica dell'agricoltura, nella sua multifunzionalità, da sempre ha indirizzato le tecnologie per l'intensificazione colturale, l'incremento delle rese produttive e l'aumento dei profitti, anche attraverso misure di aiuto e sostegno indirizzate alla qualità nell'ottica di filiere agro-alimentari. Tuttavia, il successo di queste iniziative è stato riscontrato esclusivamente laddove l'aggregazione delle imprese agricole ha favorito la valorizzazione commerciale delle produzioni, in un rapporto paritetico con il segmento di filiera della trasformazione industriale. Dove si è registrato un dominio della componente industriale, l'Agricoltura è stata sfruttata e depauperata. In questo mutato scenario complessivo, ai seminativi, nel tempo, progressivamente è stato attribuito un ruolo produttivo multiplo, grazie all'introduzione di moderni schemi a sostegno della gestione sostenibile e conservazione delle risorse naturali, corrispondendo di fatto alle nuove prospettive dello sviluppo rurale (Pisante, 2007). Da qui le nuove e concrete opportunità per l'adozione di differenti pratiche agronomiche, rivolte a conservare i terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali, previste nella nuova Strategia per lo Sviluppo Sostenibile (CE, 2006) articolata su 7 tematiche e 4 aree trasversali. Il primo tema della strategia è il cambiamento climatico, per il quale c'è un chiaro impegno nell'attuazione degli obiettivi di Kyoto, nello sviluppo delle energie rinnovabili e negli obiettivi di crescita dell'efficienza ecologica (Stagnari et al., 2009).

#### PRODUZIONE PRIMARIA

La superficie a seminativi, nel periodo 1990-2007, ha subito una drastica riduzione del 14,0% con una perdita di oltre 1 M di ettari, di poco inferiore alla riduzione della SAU (14,7%) che nello stesso periodo è passata da circa 15 a 12,7 M di ettari (graf. 1). La SAU pro-capite è diminuita da 2646 m<sup>2</sup> a 2148 m<sup>2</sup>. La riduzione della superficie è stata compensata dall'incremento di circa il 21% delle produzioni unitarie sull'intero comparto dei seminativi.

Le produzioni del settore dei seminativi in Italia sono destinate preva-



Fonte: Istat, Struttura e produzioni delle aziende agricole; Censimento generale dell'agricoltura  
 (a) Compresi gli orti familiari.  
 (b) Compresi i castagneti da frutto.

Graf. 1 *Superficie agricola utilizzata (SAU) per modalità di utilizzo, anni vari (indice base 1990=100)*

lentemente all'industria molitoria e al settore zootecnico-mangimistico. La domanda dell'industria molitoria assorbe la quasi totalità delle disponibilità nazionali di frumento dirette all'alimentazione umana e fornisce la materia prima per la produzione di alimenti di largo consumo come pane e pasta di semola. L'industria mangimistica, invece, assorbe la quasi totalità degli altri cereali foraggeri: orzo, mais e cereali minori (tab. 3), di soia e colture proteiche (favino, pisello proteico) e semi oleosi (tab. 4). Il ruolo rivestito dai seminativi nella filiera mangimistica italiana è molto importante. Infatti, l'industria italiana degli alimenti zootecnici è costituita da circa 900 stabilimenti che producono mangimi composti per oltre 11,6 M di tons. La distribuzione degli stabilimenti copre quasi interamente il territorio nazionale, con punte particolarmente elevate in Emilia-Romagna, Lombardia Piemonte, Umbria e Veneto. Secondo le stime più recenti, il 38% della produzione totale di mangimi è destinata all'alimentazione di volatili, il 32% ai bovini, il 20% ai suini, il 10% agli altri animali.

Nell'ultimo trentennio, la produzione di alimenti zootecnici è cresciuta da 3 a 12 M di t. Le stime di ASSALZOO mettono in risalto luci e ombre di un settore forse troppo polverizzato in Italia, ma caratterizzato da un utilizzo elevato di materie prime di elevata qualità.

Il settore dei seminativi è caratterizzato da forti oscillazioni produttive da imputare principalmente all'andamento meteorologico.

Dalla fine degli anni novanta, è emersa una tendenza al rialzo per la produzione di frumento duro e mais con una variazione media annua dell'indice, rispettivamente, del 3% e del 2% e di proteaginose quali favino del 20% e

PRODOTTI	PRODUZIONE NAZIONALE	IMPORT.	ESPORT.	DISPONIBILITÀ TOTALE	USI DIVERSI	ALIMENT. BESTIAME
Avena	361.147	29.645	7.576	383.216	43.216	340.000
Frumento ten.	3.247.523	4.326.068	110.404	7.463.187	6.178.187	1.285.000
Frumento duro	3.922.657	2.024.234	111.815	5.835.076	5.835.076	-
Granoturco	9.809.265	2.484.415	148.698	12.144.982	3.044.982	9.100.000
Orzo	1.225.282	647.242	19.974	1.852.550	296.550	1.556.000
Segale	8.953	13.025	1.133	20.846	4.846	16.000
Altri cereali	235.702	328.361	6.217	557.847	7.847	550.000
Siero di latte	64.000	64.825	105.598	19.226	-	19.226
Farina di pesce	7.900	56.824	7.380	57.344	-	57.334
Crusca	2.546.000	74.894	49.524	2.571.369	-	2.571.369
Farine d'estr.	1.692.039	3.066.219	214.020	4.544.238	-	4.544.238
Totale	23.120.471	13.111.756	782.342	35.449.885	15.410.706	20.039.178

Tab. 3 *Disponibilità dei principali mangimi semplici (tonnellate). Fonte ASSALZOO*

PRODOTTI	PRODUZIONE (QUANTITÀ IN TONNELLATE)
Colza e ravizzone	21.610
Girasole	345.078
Soia	1.307.710
Totale	1.674.398
Fonte: Associazione Italiana Industria Olearia (dati 2007)	

Tab. 4 *Produzione nazionale di semi oleosi per l'alimentazione del bestiame*

pisello proteico del 6%. Di contro, l'offerta di frumento tenero e orzo è risultata in calo del 2% annuo, quella della soia del 6%. Tuttavia, nell'ultima campagna 2009/10 l'offerta di mais da granella, sorgo, orzo e avena è diminuita, probabilmente per le difficoltà nella filiera zootecnica e di conseguenza il settore mangimistico.

La quasi totalità della disponibilità nazionale di frumento duro è destinato all'alimentazione umana che assorbe anche il 70% circa dell'offerta di frumento tenero, la rimanente quota è utilizzata per l'alimentazione animale. Trai cereali nel comparto degli allevamenti trovano collocazione anche il 95% dell'offerta del mais e l'85% di orzo (tab. 5). Negli ultimi dieci anni, il consumo umano di frumento tenero ha mostrato una sostanziale stabilità mentre le utilizzazioni del frumento duro hanno subito forti oscillazioni da imputare alla irregolarità della produzione interna, in termini quantitativi e qualitativi, ma anche all'accresciuto e costante tasso di crescita delle esportazioni di pasta.

Per il settore dei cereali foraggeri è emersa nell'ultimo decennio, grazie al



PRODOTTI	2002	2003	2004	2005	2006	2007
TOTALE						
Avena	379641	370682	391962	458452	408749	383216
Frumento Tenero	9395925	7605437	8085725	8252130	8177248	7463187
Frumento duro	5638715	5401448	6818540	5926471	6233415	5835076
Granoturco	11193319	9703677	12625818	11623521	11199382	12144982
Orzo	2131721	1934833	2410748	2048017	2024539	1888828
Segale	26107	40705	40489	30530	23853	20846
Altri cereali	334428	544953	674097	199122	297971	557874
PER L'ALIMENTAZIONE DEL BESTIAME						
Avena	328000	321000	335000	390000	360000	340000
Frumento Tenero	1450000	1160000	1291000	1304000	1300000	1285000
Frumento duro	-	-	-	-	-	-
Granoturco	7750000	7980000	10300000	9090000	8890000	9100000
Orzo	1970000	1560000	1879000	1587000	1497000	1556000
Segale	22000	29000	28000	21000	18000	16000
Altri cereali	331000	542000	668000	197000	288000	550000

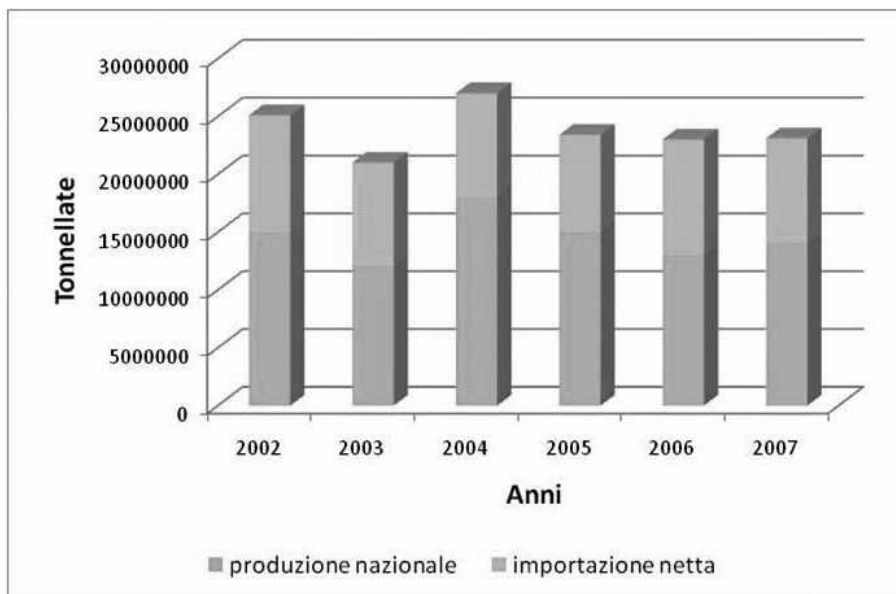
Tab. 5 *Produzione nazionale di cereali e destinazione per l'alimentazione del bestiame. Fonte ASSALZOO*

buon andamento nel complesso del comparto degli allevamenti, una crescita dei consumi e anche di importazioni (graf. 2).

Le previsioni di medio periodo (2015) sull'impatto della riforma della PAC, ottenute elaborando i risultati del modello MEG Ismea, evidenziano un:

- netto ridimensionamento del comparto dei seminativi (con particolare riferimento del frumento tenero, frumento duro e soia);
- estensivizzazione delle coltivazioni verso le foraggere;
- buona tenuta della domanda interna di cereali da parte dell'industria mangimistica e molitoria;
- peggioramento della bilancia commerciale a causa della riduzione dell'offerta nazionale.

Analizzando invece il settore dei seminativi nel breve periodo, gli elementi che incideranno verosimilmente in maniera più sensibile sull'evoluzione dei seminativi in Italia sono, in termini positivi, il diffuso ed elevato livello della conoscenza delle tecniche di coltivazione, l'aumento dell'integrazione contrattuale tra coltivatori e industria di trasformazione tramite produzioni sotto contratto, la presenza già in alcune regioni di un contoterzismo professionale e di strutture cooperative organizzate, un'ampia diffusione di strutture consortili di commercializzazione anche se non sempre ottimamente funzionanti, l'affermazione della "dieta mediterranea" quale modello alimentare nazionale



Graf. 2 *Produzione nazionale ed importazione netta di cereali foraggeri. Fonte ASSALZOO*

e internazionale, basata anche su prodotti cerealicoli.

D'altro canto le criticità che influenzeranno negativamente il comparto dei seminativi sono rappresentate da un'eccessiva frammentazione del tessuto produttivo, da un'offerta in termini quantitativi non concentrata, da un'elevata variabilità quantitativa e qualitativa dei raccolti nazionali, da un lento ma costante tasso di crescita dei costi di produzione dei comparti industriali a monte del settore agricolo (chimico e petrolifero), da una scarsa presenza nelle aree marginali di strutture adeguate di supporto, da uno scarso interesse per il miglioramento della qualità del prodotto (l'offerta è generalmente indifferenziata).

#### SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE

I seminativi rappresentano le componenti variabili temporanee di un'entità spaziale complessa qual è il paesaggio rurale, nel quale troviamo registrate e sedimentate nel tempo, le trasformazioni di genere naturale, culturale, economico e sociale. L'evoluzione delle attività e delle pratiche agricole nel corso della storia ha progressivamente modellato il paesaggio rurale, originando

veri e propri agroecosistemi in equilibrio con gli habitat semi-naturali. Un esempio ricorrente in tal senso è quello dei boschi eliminati a favore delle colture cerealicole, ovvero un caso emblematico di sistematica sostituzione delle specie animali e vegetali originarie con altre di maggiore utilità per la collettività.

Tra gli antesignani del processo di trasformazione, i pastori svolsero un ruolo di primo piano bruciando vaste estensioni di bosco per creare i pascoli per le loro greggi, spostandosi attraverso dei selciati naturali (tratturi), che sarebbero diventati nelle epoche successive vere e proprie strade.

Una forte influenza dell'uomo agricoltore sull'ambiente si è riscontrato durante l'età dei Comuni quando, grazie a una struttura societaria molto più organizzata, si assiste all'estensione delle terre coltivate e all'introduzione di nuove tecniche produttive, tali da garantire rese più alte; ciò permise un netto progresso nelle condizioni di vita della popolazione, garantendo un miglioramento sia nella qualità sia nella quantità dei beni disponibili per tutte le classi sociali.

Lo spazio agricolo subì delle profonde trasformazioni a partire dagli inizi del Trecento, essenzialmente caratterizzato da grandi estensioni di seminativi essenzialmente cereali e leguminose. Tale progresso fu però drasticamente bloccato dalla peste, che gravò per più di un secolo, distruggendo una larga fetta della popolazione influenzando di riflesso anche il paesaggio agrario. Infatti, ciò causò una nuova estensione dei boschi, delle paludi e dell'incolto e come conseguenza si dovette attendere tutto il Quattrocento per assistere nuovamente a una crescita, seppur lenta, della curva demografica.

Nel Settecento il panorama agricolo era principalmente caratterizzato dai frumenti e il mais in genere era coltivato in quella metà dell'azienda che doveva essere lasciata a riposo secondo la logica della rotazione biennale, impedendo così il ripristino della fertilità naturale e riducendo la produzione di foraggi freschi e di fieno. La produzione del mais seppure mirava ad aumentare la quantità di grano da esportare e cercava di far fronte alla crescente domanda di cereali sfarinabili, finiva per inceppare il sistema mezzadrile, incrementando di fatto il numero di carestie e impoverendo le classi sociali subalterne. Negli ultimi 50 anni il forte ridimensionamento del settore agricolo in generale ha portato all'abbandono di vaste estensioni di terreni (situati soprattutto in aree marginali) a conduzione per lo più familiare, provocando dissesti idrogeologici e degrado ambientale. Agli inizi di tale periodo sulle terre assegnate ai coltivatori, si assiste a un passaggio da un'agricoltura di tipo estensivo a una a carattere intensivo, rivolta a una maggiore produttività. L'effetto principale è stata la definitiva scomparsa dei seminativi a riposo, come il maggese, a favo-

re degli impianti arborei e di un tipo moderno di allevamento del bestiame. Si assiste alla scomparsa del latifondo costiero meridionale e del paesaggio della piantata padana. Per far posto alle colture più redditizie, sostenute da una meccanizzazione agricola d'avanguardia, si è operata un "semplificazione dell'ambiente": si sono, infatti, rimosse le siepi e le alberature, si sono colmati i fossi e i ruscelli, si sono abbattute le piccole opere di contenimento. Il paesaggio agricolo così modificato, oltre a subire una riduzione delle specie animali e vegetali, perde la suggestione di quel disegno dato dall'alternarsi dei colori delle diverse colture, rinunciando al suo valore estetico a favore di quello utilitaristico.

La modernizzazione delle pratiche agricole ha causato ingenti danni all'equilibrio naturale, soprattutto in relazione all'uso massiccio di lavorazioni meccaniche, utilizzo di agrofarmaci e fertilizzanti chimici e per la degradazione di habitat tipici delle campagne mediterranee (siepi, piccole aree boscate, zone umide); si è inoltre verificata una drastica riduzione delle specie animali e vegetali utilizzate nei processi produttivi.

Tuttavia, a partire dagli ultimi venti anni il rapporto ambiente-agricoltura si è profondamente ulteriormente modificato; le nuove prospettive si inquadrano nelle linee guida recentemente indicate dall'Unione Europea, sintetizzate dal documento intitolato "Agenda 2000", che inserisce fra le priorità il rafforzamento della PAC e una sorta di riqualificazione del mondo rurale, attraverso l'attivazione di un nuovo legame tra ambiente e attività produttive. Sebbene parte del mondo agricolo mostri tuttora atteggiamenti di ostilità nei confronti della salvaguardia ambientale percepita come un limite allo sviluppo, nella maggior parte dei casi prevale oggi un atteggiamento collaborativo, che ha portato alla concretizzazione di nuove opportunità economiche per gli operatori del settore primario, compatibili con le esigenze di tutela dell'ambiente, biodiversità e tutela climatica.

Il ruolo dell'agricoltura, in particolare dei seminativi, è oggi inteso da più parti in un'ottica multifunzionale e multi produttiva, attività fondamentali che venendo meno possono determinare danni irreparabili e il degrado ambientale del paesaggio rurale.

Tra i potenziali effetti negativi conseguenti il ritiro dei seminativi dalla produzione, l'erosione del suolo è quella più preoccupante, che tuttavia dipende dalle specifiche caratteristiche del suolo e dalle condizioni climatiche. L'erosione provocata dall'abbandono della coltivazione dei suoli non solo si riflette negativamente in termini di perdita di suolo, di sostanza organica, di fertilità potenziale del terreno, ma anche in termini di inquinamento da sedimenti. Ciò ha delle conseguenze molto serie sulla

qualità delle acque, in generale. Anche da un punto di vista puramente economico il ritiro dalla produzione dei seminativi aggrava ulteriormente il bilancio aziendale.

Accanto a ciò il ruolo che i seminativi in particolare ma tutto il settore primario in generale svolgono, in quanto caratterizzati da potenzialità intrinseche determinate sia dalla tipologia dei fattori produttivi sia dalla eticità ambientale dei processi e dei prodotti, va oltre il fornire derrate alimentari. L'attività agricola, infatti, presenta alcuni aspetti che la connotano univocamente: la risorsa terra quale principale fattore produttivo, il ruolo dei processi biologici nella produzione, il forte legame con l'ambiente e il territorio. D'altro canto, questa visione non è sostanzialmente dissimile da quella che può essere desunta dai documenti dell'OCSE nei quali si afferma che l'agricoltura oltre alla produzione di alimenti sani e di qualità può modificare il paesaggio, contribuire alla gestione sostenibile delle risorse, alla preservazione della biodiversità, a mantenere la vitalità economica e sociale delle aree rurali (OCSE, 1998).

Tale visione multi produttiva e multi funzionale che si è sempre più consolidata negli ultimi anni si evidenzia, tra l'altro, attraverso la conservazione di pratiche atte a tutelare il paesaggio rurale e a mantenere le sistemazioni idraulico-agrarie; la conversione verso modelli colturali a basso input e la produzione con finalità non alimentari. Considerando l'ultimo punto, i seminativi sono sempre più considerati non solo in grado di produrre e fornire beni alimentari, ma anche capaci di fornire alla società una serie diversificata di servizi tra cui energia (Legge n. 255, 2005; Legge n. 81, 2006). Già con la "Riforma Fischler", oltre alla possibilità di produrre colture energetiche su terreni a *set-aside*, era previsto un contributo aggiuntivo destinato alle colture energetiche purché venissero soddisfatte alcune condizioni di ammissibilità. A tale riforma e al sostegno da essa garantito, si è aggiunto successivamente un "Piano d'azione per la biomassa" promosso dalla Commissione Europea (Bruxelles, 07.12.2005) con l'obiettivo prefissato di raggiungere il soddisfacimento del fabbisogno energetico comunitario attraverso la biomassa di oltre l'8 % nel 2010.

Attualmente i seminativi destinati (colture dedicate) alla produzione di energia sono di tre tipologie principali:

1. colture da carboidrati, caratterizzate da un elevato contenuto zuccherino quali i cereali autunno vernini (frumento, orzo, avena), il mais, la barbabietola da zucchero e il sorgo zuccherino. Le biomasse zuccherine fornite da tali colture, a seguito di una conversione biochimica, possono essere destinate alla produzione di bioetanolo attraverso una fermentazione aerobica delle

REGIONI	COLZA		GIRASOLE		SOIA	
	SUPERFICI (ha)	PROD. TOT. (q.li)	SUPERFICI (ha)	PROD. TOT. (q.li)	SUPERFICI (ha)	PROD. TOT. (q.li)
Emilia-Romagna	1168	39770	5212	160160	12100	373810
Toscana	1145	24980	18033	353513	140	3709
Umbria	99	2670	38017	932745	50	1250
Marche	164	3331	29850	635000	292	8989
Lazio	916	11108	2710	45663	78	1405
ITALIA	12342	326508	114669	2627170	111927	3566424

Tab. 6 *Stima delle superfici (ha) e delle produzioni (q.li) delle principali colture oleaginose presenti sul territorio italiano e in alcune regioni del centro*  
(Fonte: elaborazione di dati ISTAT, Annuario 2008)

biomasse seguita da una distillazione, o di biogas, attraverso la fermentazione anaerobica di materiali organici da parte di batteri metanigeni.

- colture oleaginose, caratterizzate da un elevato contenuto in olio quali girasole, colza e soia (tab. 6). L'olio estratto dai loro semi può essere utilizzato tal quale, o trasformato, previa reazione chimica (transesterificazione) con metanolo o altro alcol, in biodiesel.
- colture da biomassa lignocellulosica, a elevata produzione di sostanza secca, con un alto tenore in lignina, che può essere sottoposta a differenti processi: combustione, pirolisi, gassificazione, torrefazione e produzione di biocarburanti, seppur ancora in fase sperimentale.

A tale utilizzo dei seminativi sono sempre di più riconosciute negli ultimi tempi, oltre all'aspetto importante di fornire energia, diverse e distinte funzioni agro ecologiche (Bonari et al., 2004), quali cattura e immobilizzazione della CO<sub>2</sub>, riduzione delle emissioni di gas serra, diversificazione colturale, incremento di energia da fonti rinnovabili e contenimento dei consumi di combustibili fossili, conservazione del suolo, tutela delle risorse idriche. Come esempio dopo cinque anni di impianto di panico (*Panicum virgatum*), circa il 25% del carbonio presente nel terreno proveniva dalla coltura (Garten e Wulschleger, 2000).

Le colture da biomassa, in quanto rinnovabili, comportano una emissione di gas-serra nettamente inferiore rispetto ai combustibili di origine fossile [1 GJ (109 Joule)] prodotto da colture dedicate genera un'emissione di 2 kg di carbonio, contro i 22 kg del petrolio (Bezzi et al., 2006).

Tra i seminativi destinati alla produzione di energia nel contesto nazionale molto spesso le colture cerealicole presentano rapporti output/input molto bassi, con guadagni energetici limitati (tab. 7) al punto di poter riconsiderare tali colture adatte alla produzione energetica (Venturi e Venturi, 2003).

COLTURA	INPUT (GJ/ha)	OUTPUT (GJ/ha)	BILANCIO ENERGETICO	
			OUTPUT/INPUT	GUADAGNO (GJ/ha)
Frumento	15-30	15-85	1.0-2.8	0-55
Orzo	10-28	15-60	1.5-2.1	5-32
Mais	25-40	35-150	1.4-3.8	10-110
Sorgo da granella	20-30	20-95	1.0-3.2	0-65
Barbabietola da zucchero	25-60	40-170	2.8-3.2	45-130

Tab. 7 *Principali colture zuccherine; input e bilancio energetico nella fase produttiva; valori medi su base europea (Venturi and Venturi, 2003, modificato)*

COLTURA	PROD. (T/HA)	OLIO		CONTENUTO ENERGETICO		OUTPUT ENERGETICO		
		(%)	(t/ha)	SEMI (MJ/kg)	OLIO (MJ/kg)	SEMI (GJ/ha)	OLIO (GJ/ha)	PANELLO (GJ/ha)
Colza	0.7-3.4	35-40	0.4-1.4	24.0	37.4	16.8-81.6	11.2-52.3	5.6-26.9
Girasole	0.5-2.5	40-48	0.2-1.2	27.2	38.4	13.6-68.0	7.7-46.1	5.9-21.9
Soia	0.7-3.6	18-20	0.1-0.7	20.5	36.4	14.4-73.8	3.6-25.5	10.8-48.3

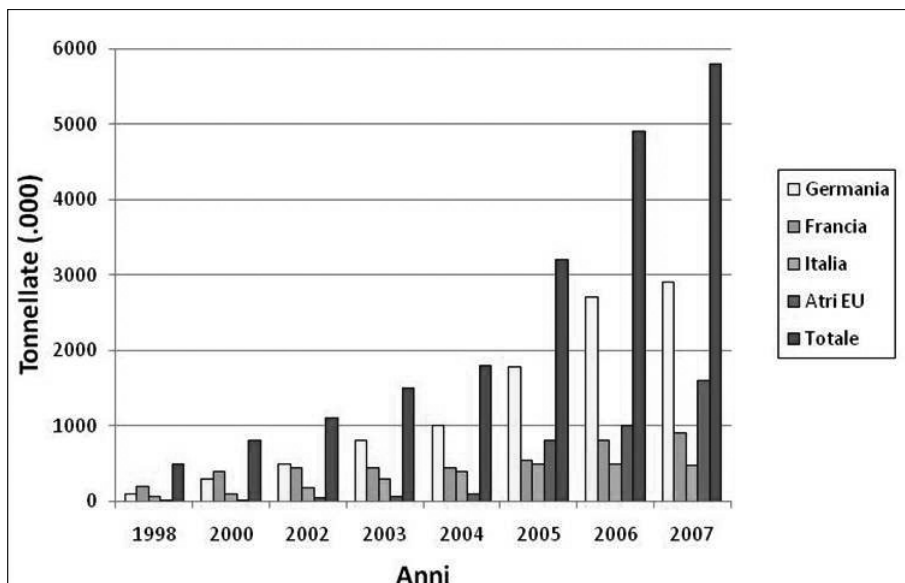
Tab. 8 *Principali colture oleaginose; produzione in granaglia, olio ed energia; valori medi su base europea (Venturi and Venturi, 2003, modificato)*

PAESE	CAPACITÀ (*000 TONNELLATE)	
Italia	447	1366
Spagna	99	508
Portogallo	91	246
Slovacchia	82	99
Grecia	42	440
Slovenia	11	17
Romania	10	81
Bulgaria	4	65
Malta	2	8
Cipro	1	6
Ungheria	0	21

Tab. 9 *Produzione di biodiesel nei paesi del Sud Europa*

Fonte: european biodiesel board

Frequentemente le colture oleaginose tipo girasole sono sottoposte a una gestione estensiva con bassi livelli di input, ma molto spesso con insufficienti livelli di output (tab. 8). L'aspetto che spesso è considerato limitante in tali circostanze è la bassa produzione che necessita però di vasti areali per essere compensato e qualche non trova ragione nei territori italiani. Ciononostante



Graf. 3 Produzione di biodiesel in migliaia di tonnellate dai Paesi dell'UE (1998-2007)

la produzione di biodiesel in Italia rimane la via più realistica per la produzione di energia da seminativi (tab. 9; graf. 3).

L'utilizzazione dei seminativi come fonte energetica rinnovabile, quale è una coltura dedicata, in luogo di una fonte di origine fossile, permette un sostanziale abbattimento delle emissioni in atmosfera e quindi contribuisce al decremento delle emissioni in atmosfera di gas a effetto serra. La rimozione e lo stoccaggio del carbonio nella biosfera, in particolare nel suolo (*carbon sequestration*) sono fenomeni molto importanti. Venturi e Monti (2005) riportano che una parte considerevole di carbonio assimilato (40-60%) è destinata all'accrescimento dell'apparato radicale e quindi viene sottratta all'atmosfera in modo durevole.

Ma l'altro aspetto che più caratterizza alcune colture energetiche, è soprattutto il ridotto fabbisogno in fertilizzanti azotati e fosfatici, fattore che determina un'oggettiva riduzione della generazione degli inquinanti, particolare questo di forte interesse nell'areale del bacino scolante.

Così come la riduzione dell'erosione del suolo che è considerata una delle maggiori problematiche che influenzano la qualità del suolo, e dell'acqua, nelle aree agricole in generale, e rappresenta una grave minaccia per la produzione agricola nel lungo periodo (Larson et al., 1983).

La riduzione dei fenomeni di erosione del suolo grazie all'utilizzo di colture erbacee è documentato (Tolbert et al., 1998). Colture tipo il panico



svolgono, inoltre, un importante ruolo di stabilizzazione del terreno lungo i corsi d'acqua o nelle zone umide (Gamble e Rhodes, 1964). L'inserimento dei seminativi come fonti di biomassa da energia determina un impatto sociale notevole. Venturi e Monti (2005) riportano in tal senso un dato importante relativamente all'impatto sul mondo del lavoro, a seguito dello sviluppo delle colture energetiche. È stato calcolato, infatti, come si generi un nuovo posto di lavoro ogni 540 t di biomassa secca ottenuta da colture dedicate.

#### TUTELA CLIMATICA

Le temperature medie annuali in Italia sono cresciute negli ultimi due secoli di 1,7°C (pari a oltre 0,8°C per secolo), ma il contributo più rilevante a questo aumento è avvenuto in questi ultimi 50 anni, circa 1,4 °C. Le analisi delle serie temporali 1961-2008 evidenziano una diminuzione della temperatura media in Italia dal 1961 al 1981 e un successivo incremento fino al 2008, per un aumento complessivo di circa 1,0 °C (ISPRA, 2009).

Un'analisi delle tendenze su base stagionale dettagliata per l'Italia settentrionale, centrale e meridionale indica che l'aumento della temperatura media è significativo ovunque in autunno dal 1970 e in estate dal 1980, mentre nell'intero periodo 1961-2006 è significativo al Nord in inverno e al Centro-Sud in primavera (Toreti et al., 2009a). La tendenza al riscaldamento si evince anche dall'analisi dei valori estremi di temperatura. Nel periodo 1961-2008, mediante *trend analysis*, sono stati stimati un aumento medio del 12% di "giorni estivi" e un aumento medio del 42% di "notti tropicali" rispetto alla media climatologica (ISPRA, 2009).

Considerando le precipitazioni nel lungo periodo, i trend risultano generalmente negativi, anche se solo di lieve entità e spesso poco significativi dal punto di vista statistico (Brunetti et al., 2006). L'entità della riduzione delle precipitazioni è intorno al 5% per secolo, concentrata essenzialmente in primavera, periodo in cui la riduzione è intorno al 10% per secolo (Nanni e Prodi, 2008). La serie invernale del Nord Italia mostra una diminuzione significativa della precipitazione media di 1,47 mm/anno dal 1961 al 2006 (Toreti et al., 2009b).

Nell'ambito degli strumenti e delle politiche per fronteggiare i cambiamenti climatici, un ruolo fondamentale è svolto dal monitoraggio delle emissioni dei gas climalteranti (tab. 10). Nel 2008 le emissioni nazionali dei gas serra del settore Agricoltura hanno rappresentato il 6,6% del totale nazionale, di gran lunga inferiore al settore energetico (84%). Nel settore agricolo, dal

ANNO	MT CO <sub>2</sub> EQ.	VARIAZIONE % RISPETTO AL 1990
1990	517	
2000	550	+ 6,4% in più rispetto al 1990
2005	573	+ 11% in più rispetto al 1990
2008	541	+ 4,7% in più rispetto al 1990

Tab. 10 *Emissioni di CO<sub>2</sub> in Italia dal 1990 al 2008*

PRINCIPALI FONTI DI EMISSIONI	1990	2000	2005	2008
<b>Energia</b>	<b>419</b>	<b>451</b>	<b>474</b>	<b>453</b>
Industrie energetiche	136	152	160	160
Industria manifatturiera e costruzioni	86	84	80	73
Trasporti	101	120	126	122
Civile	78	79	93	85
Altro (fughe, militari)	11	9	8	7
<b>Processi industriali</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>34</b>
<b>Uso di solventi e altri prodotti</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Agricoltura</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>36</b>
<b>Rifiuti</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>17</b>

Tab. 11 *Principali fonti di emissioni di CO<sub>2</sub> (in Mt CO<sub>2</sub>) in Italia e variazioni dal 1990 al 2008*

1990 al 2008 si è verificata una riduzione delle emissioni pari all'11,6% (tab. 11) principalmente a causa della riduzione del numero di capi e della contrazione delle superfici agricole (ISPRA, 2010). Va evidenziato che negli ultimi anni, il recupero del biogas dalle deiezioni animali sia stato particolarmente significativo. È stato stimato che il recupero di biogas abbia contribuito alla riduzione delle emissioni per circa l'11% per la categoria emissiva "gestione delle deiezioni" (Cóndor et al., 2008; MATTM, 2009).

Il contributo delle categorie del settore Agricoltura non ha subito una variazione significativa negli ultimi anni. I suoli agricoli contribuiscono con il 47% di emissioni, la fermentazione enterica con il 30%, gestione delle deiezioni con il 19%, le risaie 4%, e combustione delle stoppie con il 0,05%.

Tale cambiamenti climatici hanno un influenza sui seminativi che varia in funzione della zona considerata. Nelle aree settentrionali si possono avere dei benefici che sono individuabili nella possibilità di introdurre nuove colture, di ottenere delle rese più elevate e nell'espansione delle aree utilizzabili per la coltivazione. D'altro canto gli svantaggi sono da ricercare nell'accelerazione del tasso di decomposizione della sostanza organica, in un maggior rischi di lisciviazione dei nitrati, nei maggiori sforzi per la protezione delle colture.

Nelle zone meridionali i seminativi sono più soggetti a influenze negative, essendo tali aree indicate come ad alta vulnerabilità. In tal senso a fronte del

solo vantaggio della possibilità di introduzione di nuovi seminativi, si pongono significative riduzioni di rese e aumento della loro aleatorietà, incremento dell'incidenza degli eventi climatici estremi (gelate tardive, ondate di calore, intensità precipitazioni, ecc.) e una riduzione aree utilizzabili per colture tradizionali.

In tale contesto il ruolo dell'agricoltura dovrebbe essere inquadrato in termini di interventi verso la mitigazione dei cambiamenti climatici (es. stabilizzare le concentrazioni atmosferiche dei gas serra) e di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici (prevenire i futuri danni).

Tra le strategie di adattamento di breve termine si inquadrano l'adozione di cultivars caratterizzate da una maggior resistenza verso lo stress termico e con una variabile lunghezza ciclo, la variazione della data di semina, l'introduzione di nuovi seminativi e la consociazione di seminativi e cultivars con caratteristiche diverse. Adattamenti di lungo termine possono essere individuati nel cambio di uso del suolo, lo sviluppo di nuove cultivar (un più veloce adattamento alle nuove esigenze climatiche), modifica dei sistemi aziendali.

Il contributo che i seminativi possono dare in termini di mitigazione ai cambiamenti climatici è legato essenzialmente all'adozione di pratiche agricole che da un lato favoriscono il "sequestro" di carbonio nella biomassa e nei suoli, dall'altro una razionale gestione che possa realmente contribuire alla riduzione delle emissioni nette di CO<sub>2</sub> e di altri gas-serra.

In realtà, nel contesto attuale di cambiamento climatico è piuttosto difficile stimare il bilancio tra la componente additiva e quella sottrattiva del sistema suolo agrario nei seminativi, anche se la comunità scientifica è concorde nel ritenere che i due effetti non producono somma zero poiché un incremento di temperatura determina un aumento della mineralizzazione della sostanza organica più che proporzionale all'aumento della produzione primaria. Il settore agricolo è potenzialmente in grado di ridurre le proprie emissioni con costi minori rispetto agli altri settori, di aumentare il sequestro del carbonio e così di mitigare le emissioni di gas serra. In effetti, per quanto riguarda gli assorbimenti di carbonio e la riduzione delle emissioni, il comparto dei seminativi e il suolo giocano un ruolo determinante, principalmente dettato dalle elevate capacità di stock di questo elemento (circa 2500 Gt) associate ai tempi di permanenza all'interno del suolo.

Le tecniche di agricoltura conservativa, promuovendo lo stock di sostanza organica, possono ridurre significativamente le emissioni di CO<sub>2</sub> (West e Marland, 2002). Quantità più elevate di C si accumulano nei suoli gestiti secondo i principi di AC rispetto alla gestione convenzionale: dell'8% su-

periori, equivalenti a 285 g SO/m<sup>2</sup> in UK (Holland, 2004), 0.5% superiori in Olanda (Kooistra et al., 1989). In studi di lungo termine a Buenos Aires, Argentina, il contenuto di sostanza organica nei primi 30 cm di suolo dopo 6 anni di coltivazione, è diminuito del 19% nel caso della gestione del suolo mediante aratura profonda, del 7% nel caso di erpicature e aumentata del 0,4% nel caso della semina su sodo (Diaz-Zorita, 1999). Anche i numerosi studi effettuati in Scandinavia evidenziano incrementi in sostanza organica negli strati più superficiali del suolo (Rasmussen, 1999). Lindstrom et al. (1998) riportano un potenziale di accumulo di C di 0,1- 1,3 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> adottando le pratiche di AC: tali quantitativi sono significativamente ridotti da tecniche di coltivazione piuttosto intensive (Triberti et al., 2004). In questo modo il suolo può giocare un ruolo importante come “*sink*” per il sequestro di C stabilizzando la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell’atmosfera (Bernoux et al., 2006).

Per l’Italia il Protocollo di Kyoto fissa un obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 6,5% rispetto al 1990. Nel frattempo, però, invece di diminuire, le emissioni di CO<sub>2</sub> sono aumentate, facendo crescere il divario rispetto all’obiettivo. L’accrescimento dell’effetto serra, ovvero il riscaldamento dello strato inferiore dell’atmosfera è imputabile, in gran parte (86,0%), alle emissioni di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) generate, per lo più, dalla combustione nelle industrie di energia e trasformazione (33,4%), dai trasporti stradali (25,0%), dagli impianti di combustione industriale (16,1%) e non industriale (15,2%). Contribuiscono all’effetto serra anche il metano (CH<sub>4</sub>), le cui principali sorgenti sono il trattamento e smaltimento dei rifiuti (42,0%) e l’agricoltura e la zootecnia (40,9%) e il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) rilasciato, prevalentemente, da attività agricole (67,8%), trattamento e smaltimento dei rifiuti (6,7%) e processi produttivi (5,9%). Nel 2007, rispetto all’anno base 1990, sono diminuite sia le emissioni di metano (8,4%) sia quelle di protossido di azoto (14,9%), mentre sono aumentate del 9,3% quelle di CO<sub>2</sub>.

Il contributo dell’agricoltura in Italia assomma al 6,7% delle emissioni totali, contro il 9,2% dell’agricoltura europea. Nel 2007 il livello delle emissioni agricole è cresciuto dell’1,6%, dopo anni in cui la tendenza al ribasso risultava contraria a quanto accadeva negli altri settori produttivi. Molto probabilmente l’aumento del numero di capi riscontrato nel settore zootecnico ha indotto un aumento delle emissioni di metano, che rappresentano il 42% delle emissioni agricole. La parte restante è rappresentata dal protossido di azoto, mentre le emissioni di CO<sub>2</sub> sono trascurabili. Resta comunque confermata la riduzione complessiva tra il 1990 e il 2007

(-8,3%), da attribuire, soprattutto, alla contrazione del numero di capi allevati (le emissioni enteriche e la gestione delle deiezioni che generano  $\text{CH}_4$ ), alla diminuzione delle superfici agricole e alla migliore gestione del suolo che riduce l'impiego di fertilizzanti azotati, principali responsabili delle emissioni di protossido di azoto.

Nel 2007 si osserva, rispetto ai dati del 1980, una riduzione delle emissioni in atmosfera di quasi tutti gli inquinanti considerati. Gli ossidi di zolfo ( $\text{SO}_x$ ), in particolare, diminuiscono del 90,2%, gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) del 30,2%, i composti organici volatili non metanici (Covnm) del 39,4%, il monossido di carbonio (CO) del 52,3%, l'ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) dell'11,1% e il protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) del 3,3%. Le uniche informazioni in controtendenza sono quelle relative al metano ( $\text{CH}_4$ ) e al biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ) per i quali si assiste a un incremento, rispettivamente, pari a 5,8% e 21,1%.

Nel 2008, anche a causa della crisi economica, l'aumento è stato più contenuto: del 4,7% rispetto al 1990, ciò equivale a dire che in realtà l'Italia dovrà tagliare le proprie emissioni di circa l'11,2% rispetto all'anno di riferimento (1990). Nel 2008, l'83,6% delle emissioni totali di gas serra è legato al settore energetico. Gli aumenti più consistenti di emissioni di gas serra dal 1990 al 2008 hanno riguardato il settore dei trasporti (+21%), il settore civile e terziario (+9%), e il settore dell'industria energetica (+18%). Sempre nello stesso periodo, i settori dell'industria manifatturiera e delle costruzioni (-15%) e quello dell'agricoltura (-12%) hanno invece registrato delle diminuzioni e sono in linea con l'obiettivo di Kyoto.

Per ognuno degli inquinanti esaminati, l'aggiornamento annuale delle serie storiche è effettuato dall'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), attraverso l'utilizzo della metodologia Emep-Corinair che implica la revisione dell'intera serie storica. Le stime, comunicate ufficialmente alle Convenzioni Internazionali, riguardano solo le emissioni antropogeniche. Le serie storiche sono state ricostruite, escludendo i valori relativi alle emissioni e assorbimenti da sorgenti naturali. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura Snap97 adottata dalla metodologia Corinair. Nel prosieguo la distribuzione degli inquinanti per sorgente di emissione sarà riferita al solo anno 2007.

Il settore primario genera anche un impatto positivo sul livello delle emissioni attraverso l'assorbimento di carbonio generato dal cambiamento di uso del suolo e foreste (*Land Use, Land Use Change and Forestry*, LU-LUCF). Gli interventi di forestazione e i processi di rinaturalizzazione di superfici agricole abbandonate in Italia nel 2007 hanno portato a un assor-

bimento di CO<sub>2</sub> da parte di “serbatoi” forestali e agricoli di 70 milioni di CO<sub>2</sub>eq, un valore rilevante (13% delle emissioni totali), ma in calo rispetto ai valori registrati negli anni precedenti. L’assorbimento di CO<sub>2</sub> vede l’Italia al vertice in Europa, visto che contribuisce per il 27% all’assorbimento complessivo europeo.

#### L’EVOLUZIONE E L’INTEGRAZIONE DELLE TECNOLOGIE AGRONOMICHE

L’impatto diretto, in termini di rilascio di inquinanti, dei seminativi sull’ambiente si esplica attraverso rilasci in acqua e in atmosfera. Si ritiene, seppur in assenza di riferimenti precisi, che gran parte del nitrato presente nelle falde acquifere sia di origine agricola alla luce dei rilevanti surplus azotati derivanti dall’intensità degli allevamenti zootecnici. Certamente, però, anche il contributo di fosse settiche e fognature in alcuni casi può essere rilevante, come evidenziato da Pilla et al. (2005) per la pianura padana occidentale o da Capri et al. (2009) in località piemontesi, toscane e siciliane.

La corrente praticola agricola prevede l’impiego per i seminativi di quantitativi di fertilizzanti che appaiono in diminuzione negli anni, in particolare per quanto riguarda gli azotati di sintesi, il cui impiego a livello nazionale è diminuito di circa il 10%.

Per quanto riguarda gli erbicidi, si è assistito a una rilevante diminuzione degli stessi dal 2002 al 2009, del 15% circa, anche se il grande calo nel loro consumo è stato tra il 2002 e il 2003. Anche il totale di agrofarmaci utilizzati si è comunque ridotto di circa il 7%.

#### LA LISCIVIAZIONE DEI NITRATI

La presenza di elevate concentrazioni di nitrati in falda a scala europea, con elevati rischi per la potabilità della stessa (la soglia di potabilità è posta a 50 mg/l di nitrato, e tale soglia viene frequentemente superata), ha attratto l’attenzione del legislatore, e fin dal 1994 con la direttiva nitrati si è cercato di limitare l’uso dell’azoto organico, ritenendolo il colpevole dell’inquinamento di falda, e nell’ipotesi che il fertilizzante chimico, per ragioni di costi, fosse usato in misura commensurata ai fabbisogni della coltura. Dalla figura 1 appare evidente che il problema della presenza eccessiva di nitrati in falda non appare particolarmente drammatico, ed è un problema soprattutto per le regioni del nord, in corrispondenza dei più elevati carichi

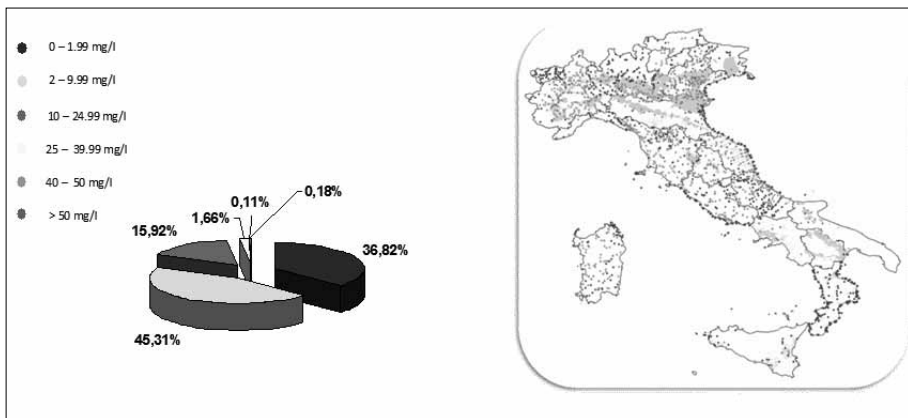


Fig. 1 *Quantità di nitrati presenti nelle falde del territorio nazionale*

zootecnici. Tuttavia più che l'azoto organico, appare il quantitativo totale di N apportato, spesso molto superiore agli asporti, la principale causa di lisciviazione dei nitrati. Diverse sperimentazione e lavori modellistici hanno dimostrato che almeno per la coltura del mais, l'N organico può sostituire del tutto o quasi l'N di origine chimica. Permane tuttavia un problema di informazione degli agricoltori, che sono abituati a considerare le deiezioni zootecniche come un prodotto da smaltire e non per il loro elevato valore fertilizzante. Troppo spesso la direttiva che limita l'uso di N organici a 170 kg ha<sup>-1</sup> non è rispettata, ma la situazione è ulteriormente peggiorata dal fatto che le distribuzioni avvengono prevalentemente sui campi in posti in prossimità delle strutture di stoccaggio delle deiezioni, trascurando, per ovvie ragioni di scomodità, i campi più distanti.

#### ACQUE DI SUPERFICIE

La presenza nelle acque di superficie di azoto e fosforo di origine agricola è stimata nel 30% della presenza totale di tali inquinanti. Nella figura 2 è rappresentato lo stato attuale relativamente al contenuto di nitrati: risulta che l'82% delle acque di superficie presenta concentrazioni inferiori a 10 mg/l; inoltre il 98% ha concentrazioni di azoto inferiore ai 25 mg/l. La situazione del fiume Po il cui apporto nel tempo di azoto e fosforo al mar Adriatico è rappresentato in figura 2 appare tra le più preoccupanti, ma nel caso specifico è da rilevare che si registra un netto trend di riduzione dei carichi di P e N a partire dal 2004.

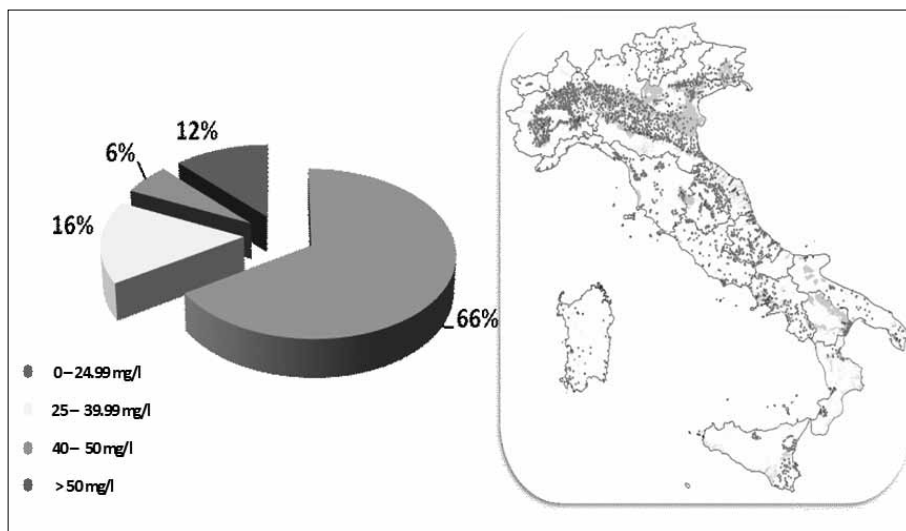


Fig. 2 *Quantità di azoto presente nelle acque superficiali del territorio nazionale*

#### PRODUZIONE DI *COMMODITIES* A BASSO COSTO E ECOCOMPATIBILI

Per quanto il valore delle produzioni italiane per unità di superficie sia particolarmente elevato, solo una parte del territorio fruisce direttamente di questi benefici. Per estendere su larga scala i benefici della qualità della produzione italiana anche alla produzione di *commodities*, e ottenere risultati economici che possano permettere all'imprenditore agricolo di continuare la propria attività, occorre ridurre il più possibile i costi di produzione e presentarsi sul mercato con partite di elevata consistenza, uniformi e di elevata qualità. Inoltre, è necessario conseguire questi obiettivi con la massima riduzione dell'impatto sull'ambiente, e una valorizzazione dell'ambiente agrario. Oggi abbiamo a disposizione mezzi tecnici che consentono di conseguire questi obiettivi, anche se la strada della ricerca è apertissima per conseguire ulteriori miglioramenti e per l'adattamento delle diverse tecnologie alla grande varietà di condizioni pedoclimatiche del nostro territorio. In particolare sembrano punti assolutamente portanti la razionalizzazione del *management* delle colture, realizzando economie di scala a livello di meccanizzazione delle operazioni colturali. Nell'ambito dei risparmi con elevata valenza ecologica va messo in evidenza il ruolo delle lavorazioni conservative, che possono essere attuate con beneficio economici su larghe estensioni. Ad esempio, con la semina su sodo, con adeguate tecnologie, si può arrivare fino a valori di 3 ha ora<sup>-1</sup>, irraggiungibili con seminatrici convenzionali, considerando anche il consumo energetico e i tempi connessi alle lavorazioni del terreno. Quindi, anche a fronte di un



possibile decremento di produzioni, in genere limitato ai primi anni di adozione delle nuove tecniche, sono possibili notevoli riduzioni di costo. Occorre però considerare che le seminatrici sono molto più costose di quelle convenzionali, che per ridurre il compattamento del terreno occorre che tutte le attrezzature usate siano dotate di speciali gommature a bassa pressione e che a volte è necessario anche per l'adeguamento della potenza motrice delle trattrici. Alcune valutazioni economiche preliminari hanno indicato una convenienza dei sistemi conservativi, se attuati su un numero di ettari comunque da generare economie di scala, generalmente superiori alle attuali superfici medie aziendali.

Rimane da considerare anche il ruolo degli OGM. La possibilità di usare un organismo resistente al Glyphosate, offrirebbe la possibilità di un eccellente controllo delle infestanti, a costi che sono una frazione degli attuali, con un erbicida che peraltro ha altissima degradabilità una volta immesso nell'ambiente. Occorre fin d'ora, avere la possibilità di valutare a livello sperimentale, con la massima accuratezza, i benefici e gli eventuali rischi connessi all'uso di piante geneticamente modificate.

#### VALORIZZAZIONE DELLE PRODUZIONI, CERTIFICAZIONE DI QUALITÀ E ORIGINE GEOGRAFICA

Per quasi un italiano su quattro (23%) gli alimenti realizzati con prodotti coltivati o allevati interamente in Italia valgono almeno il doppio, e due italiani su tre (65%) ritengono che il cibo Made in Italy valga dal 10% in su. È quanto emerge dalla presentazione dei risultati della prima indagine che studia il contributo del Made in Italy alla ripresa economica, realizzata da Coldiretti-Swg a ottobre 2010. La fiducia nel Made in Italy rispetto al prodotto straniero è del 91% per gli alimenti, del 66% per il fashion, del 55% nell'arredamento, del 49% per la cosmetica, del 39% per gli utensili, del 26% per auto e motorini e del 18% per l'elettronica e cresce nel 2010 in tutti i settori.

La superiorità del Made in Italy alimentare è attribuita al rispetto di leggi più severe, alla bontà e freschezza e alla garanzia di maggiori controlli. L'attenzione all'origine del prodotto è evidenziata dal fatto che ben il 97% degli italiani ritiene che dovrebbe essere sempre indicato il luogo di allevamento o coltivazione dei prodotti contenuti negli alimenti.

Tuttavia, anche se il modello agricolo italiano è vincente nel mondo dove ha conquistato primati nella qualità, tipicità e nella salubrità delle produzioni, ma anche nel valore aggiunto per ettaro di terreno, ovvero la ricchezza netta prodotta per unità di superficie dall'agricoltura italiana, che comparati-

vamente vale oltre il triplo di quella USA, doppia di quella inglese, e superiore del 70% di quelle di Francia e Spagna.

L'agricoltura italiana vanta inoltre la leadership nei prodotti tipici con 210 prodotti a denominazione o indicazione di origine protetta riconosciuti dall'Unione Europea, senza contare le 4511 specialità tradizionali censite dalle regioni.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il ruolo dei seminativi per l'agricoltura italiana dovrà sempre più intersecare obiettivi integrati di produttività per la sicurezza dell'approvvigionamento e qualità per la sicurezza del consumatore, ma anche competitività, tutela e sostenibilità ambientale, per contribuire a una nuova fase della politica agricola europea verso una concreta sostenibilità.

La politica energetica rappresenterà un elemento essenziale per affrontare la questione dei cambiamenti climatici e per integrare le pertinenti politiche europee per l'adattamento ai cambiamenti climatici e per il loro contenimento.

Una continua ricerca scientifica e un più efficiente sistema di trasferimento delle tecnologie, accompagnato da una revisione dei percorsi della formazione fino all'alta formazione, consentiranno di migliorare le capacità di lavoro e l'efficienza gestionale, favorendo la stabilizzazione dei differenti agro ecosistemi di cui i seminativi sono una componente ineludibile, soprattutto quando si dovesse ovviare a inattesi cambiamenti per motivi tecnici, ambientali, climatici, sociali, commerciali e di imprevedibili scenari internazionali.

Per queste e altre motivazioni, qui non riportate per ragioni di economia dello spazio e del tempo, dall'autorevole sede dell'Accademia dei Georgofili riteniamo opportuno richiamare alla responsabilità delle Istituzioni di ogni ordine e grado affinché ai seminativi venga riconosciuto il multi ruolo che svolgono per l'Agricoltura Italiana, prevedendo azioni, misure e contributi a scala regionale corrispondenti ai benefici di cui altri settori economici e in generale la collettività beneficano.

#### RIASSUNTO

I seminativi ricoprono un ruolo centrale per l'agricoltura italiana, in termini di consumi alimentari, trasformazioni industriali e fabbisogni dell'industria mangimistica; tale ruolo è oggi inteso da più parti in un'ottica multifunzionale e multiproduttiva. Tuttavia, la riduzione delle superfici investite a seminativi nel corso degli ultimi anni è piuttosto costante, con conseguenti potenziali effetti negativi quali in primis l'erosione del suolo e la mancata produzione di derrate alimentari.

Nel contesto climatico in atto, caratterizzato da forti cambiamenti, i seminativi subiscono un effetto da raramente positivo, come la possibilità di introdurre nuove colture, a più frequentemente negativo, come l'accelerazione del tasso di decomposizione della sostanza organica, i maggior rischi da lisciviazione dei nitrati, la maggiore attenzione nella protezione delle colture, le riduzioni delle rese unitarie e l'aumentata aleatorietà. In tale ambito i seminativi possono però contribuire attivamente nella mitigazione dei cambiamenti climatici, in seguito all'adozione di sistemi di gestione conservativa che nel ridurre le emissioni nette di CO<sub>2</sub> e di altri gas a effetto possono consentire il "sequestro" di carbonio nella biomassa e nei suoli, contribuendo sostanzialmente alla tutela climatica.

D'altro canto se non gestiti in modo corretto i seminativi possono impattare negativamente sull'ambiente come nel caso del rilascio di inquinanti nelle acque superficiali e in atmosfera. Gran parte del nitrato presente nelle falde acquifere si ritiene sia di origine agricola; tuttavia sia l'utilizzo dei fertilizzanti e dei fitofarmaci (soprattutto erbicidi) è costantemente diminuito negli ultimi anni.

Affinché i seminativi possano assicurare una valida competizione sul mercato globale è necessaria la contemporanea riduzione dei costi di produzione, l'ottenimento di lotti omogenei di elevata qualità, con un basso impatto ambientale e valorizzando l'ambiente agrario coltivato attraverso la sostenibile razionalizzazione nella gestione del sistema produttivo primario.

#### ABSTRACT

Crops play a fundamental multi-functional role with the Italian agriculture in terms of food supply and for the industrial food and feed chains. Nevertheless, in the last decades the agricultural land area has continuously reduced, with negative effects on soil erosion and food production. Moreover, crops production has to cope with the negative consequences of the global warming such as higher oxidation rates of organic matter and nitrate leaching, lower and erratic yields.

In these circumstances, crops production could actively play an important role in climate change mitigation, thanks to the adoption of Conservation Agriculture practices, and thus reducing CO<sub>2</sub> emissions and capturing more CO<sub>2</sub> in the plant biomass and in the soil. Besides, appropriate land management has a major impact on the environment. An example for this is the pollution of water and air as caused by nitrate and agrochemicals. Most of the nitrates present in freshwater origins from agricultural activities, although in the last years the application of fertilizers and agrochemicals (mostly herbicides) has continuously been lowered.

In order for the Italian agricultural sector to be able to compete in a global market, the crops production would need to reduce production costs, guarantee homogeneous final products and have low environmental impact.

#### BIBLIOGRAFIA

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2008): *Studio per l'approfondimento delle variazioni dei carichi di azoto e fosforo transitati nella stazione di Pontelagoscuro, per l'analisi di*

- processi rilevanti ai fini della comprensione della composizione e della trasformazione dei carichi*, a cura di Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma, p. 86.
- BERNOUX M., CERRI C., CERRI C.E.P., SIQUEIRA NETO M., METAY A., PERRIN A.S., SCOPEL E., RAZAFIMBELO T., BLAVET D., PICCOLO M.DE C., PAVEI M. e MILNE E. (2006): *Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil a review*, «Agro. Sustain. Dev.», 26, pp. 1-8.
- BEZZI G., MONTI A. e VENTURI G. (2006): *Colture da energia: tecniche di coltivazione e gestione economica*, in *Dai campi l'energia del futuro*, a cura di Apruzzese A., Stefani F. and S. Nanetti. Regione Emilia-Romagna. I supplementi di Agricoltura 30, «Agricoltura», (6), pp. 24-30.
- BONARI E., GALLI M. e PICCIONI E. (2004): *Le funzioni agroecologiche delle colture "dedicate" ad uso energetico*, in *Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm*, Quaderno ARSIA 6/2004, pp. 79-85.
- BRUNETTI, M., MAUGERI M., MONTI F. e NANNI T. (2006): *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series*, «International Journal of Climatology», 26, pp. 345-381.
- CAPRI E., CIVITA M., CORNIELLO A., CUSIMANO G., DE MAIO M., DUCCI D., FAIT., FIORUCCI A., HAUSER S., PISCIOTTA A., PRANZINI G., TREVISAN M., DELGADO HUERTAS, A., FERRARI F., FRULLINI R., NISI B., OFFI M., VASELLI O., VASSALLO M.: *Assessment of nitrate contamination risk: The Italian experience*, «J. geochem. Exploration», 102, pp. 71-86.
- CONSIGLIO E PARLAMENTO EUROPEO (2006): *Nuova strategia dell'UE in materia di sviluppo sostenibile (SSS dell'UE)*, Documento del Consiglio 10117/06, 29 pp.
- CÓNDOR R.D., CRISTOFARO E. e DE LAURETIS R. (2008): *Agricoltura: inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale*, ISPRA, Rapporto tecnico 85/2008, Roma, Italia.
- DIAZ-ZORITA M. (1999): *Effects of 6 years of tillage on a Hapludoll from northwest Buenos Aires, Argentina*, «Ciencia del Suelo», 17, pp. 31-36.
- GAMBLE M.D. e RHODES E.D. (1964): *Effects of shoreline fluctuations on grasses associated with upstream flood prevention and watershed protection*, «Agronomy Journal», 56, pp. 21-23.
- GARTEN C. T., WULLSCHLEGER S. D. (2000): *Soil carbon dynamics beneath switchgrass and indicated by stable isotope analysis*, «Journal of Environmental Quality», 2, pp. 645-653.
- HOLLAND J.M. (2004): *The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: 5 reviewing the evidence*, «Agriculture, Ecosystems and Environment», 103, pp. 1-25.
- ISPRA - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (2009): *Gli indicatori del clima in Italia nel 2008*, Rapporto Serie Stato dell'Ambiente n. 12/2009, Anno IV.
- ISPRA - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (2010): *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2008*. National Inventory Report 2010, Roma. ISPRA, Rapporto tecnico 113/2010. [http://www.apat.gov.it/site/it/IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporti/Documento/rapporto\\_113\\_2010.html](http://www.apat.gov.it/site/it/IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporti/Documento/rapporto_113_2010.html)
- ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2008): *Struttura e produzione delle aziende agricole 2007*. [http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non\\_calendario/20081203\\_00/testointegrale20081203.pdf](http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20081203_00/testointegrale20081203.pdf)
- KOOISTRA M.J., LEBBINK G., BRUSSAARD L. (1989): *The Dutch programme on soil ecology of arable farming systems 2: Geogenesis, agricultural history, field site characteristics and present farming systems at Lovinkhoeve experimental farm*, «Agric. Ecosys. Environ.», 27, pp. 463-469.

- LARSON W. E., PIERCE F. J., DOWDY R. H. (1983): *The threat of soil erosion to long term crop production*, «Science», 219, pp. 458-464.
- LINDSTROM J.E., BARRY R.P., BRADDOCK J.F. (1998): *Microbial community analysis: a kinetic approach to constructing potential C source utilization patterns*, «Soil Biology & Biochemistry», 30, pp. 231-239.
- MATTM (2009): *Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, Fifth National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change*, Italy, November 2009. [http://unfccc.int/resource/docs/natc/ita\\_nc5.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/natc/ita_nc5.pdf)
- NANNI T., PRODI F. (2008): *Cambiamenti climatici: la situazione in Italia*, «Energia», 1, pp. 66-71.
- OCSE (1998): *The economic impact of counterfeiting*, 9-18. <http://www.oecd.org/dataoecd/11/11/2090589.pdf>
- PILLA G, SACCHI E., GERBERT-GAILLARD L., ZUPPI GM., PELOSO GF., CIANCETTI G. (2005): *Origine e distribuzione dei nitrati in falda nella Pianura Padana occidentale (Province di Novara, Alessandria e Pavia)*, «Giornale di Geologia Applicata», 2, pp. 144-150.
- PISANTE M. (2007): *Agricoltura Blu – La via italiana dell'agricoltura conservativa – Principi, tecnologie e metodi per una produzione sostenibile*, «Il Sole 24 Ore Edagricole», Bologna, XII+317.
- RASMUSSEN K.J. (1999): *Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: a Scandinavian review*, «Soil Till. Res.», 53, pp. 3-14.
- STAGNARI F., RAMAZZOTTI S., PISANTE M. (2009): *Conservation Agriculture, a different approach for crop production through sustainable soil and water management. A review*, in AA.VV., *Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants Series: Sustainable Agriculture Reviews*, vol. 1, Lichtfouse, Eric, ISBN/ISSN: 1774-0746.
- TOLBERT V. R., THORNTON F. C., JOSLIN J. D., BOCK B. R., BANDARANAYAKE W. E., TYLER D., PETTRY D., GREEN T. H., MAKIK R., BINGHAM L., HOUSTON A. E., SHIRES M., DEWEY J., SCHOENHOLTZ S. (1998): *Soil and water quality aspects of herbaceous and woody energy crop production: lessons from research-scale comparison with agricultural crops*, Proc. BioEnergy '98: Expanding Bioenergy Partnership, Madison, Wisconsin, October 4-8, 1998.
- TORETI A., DESIATO F., FIORAVANTI G., PERCONTI W. (2009): *Seasonal temperatures over Italy and their relationship with low-frequency atmospheric circulation patterns*, «Climatic Change», doi 10.1007/s10584-009-9640-0
- TORETI A., DESIATO F., FIORAVANTI G., PERCONTI W. (2009): *Annual and seasonal precipitation over Italy from 1961 to 2006*, «International Journal of Climatology», doi 10.1002/joc.1840.
- TRIBERTI L., BALDONI G., NASTRI A., SCIORTINO M., COMELLINI F. (2004): *Tests for nitrore recommendation in corn*, in S.-E. Jacobsen, C.R. Jensen, J.R. Porter (Eds.), 8th ESA Congress, Copenhagen, 465-466.
- VENTURI P., VENTURI G. (2003): *Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems*, «Biomass and Bioenergy», 25, pp. 235-255.
- VENTURI G. e MONTI A. (2005): *Energia da colture dedicate: aspetti ambientali ed agronomici. Conferenza Nazionale sulla Politica Energetica in Italia*, Bologna 18-19 Aprile 2005.
- WEST T.O., MARLAND G. (2002): *A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net 25 carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States*, «Agric. Ecosyst. Environ.», 91, pp. 217-232.

