

Sfamare un mondo di nove miliardi di persone: le sfide per una zootecnia sostenibile

Giuseppe Pulina,¹ Ana Helena Dias Francesconi,² Marcello Mele,³ Bruno Ronchi,⁴ Bruno Stefanon,⁵ Enrico Sturaro,⁶ Erminio Trevisi⁷

^{1,2}Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari; ³Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università di Pisa; ⁴Dipartimento di Produzioni Animali, Università della Tuscia, Viterbo; ⁵Dipartimento di Scienze Animali, Università di Udine; ⁶Dipartimento di Scienze Animali, Università di Padova, Legnaro; ⁷Istituto di Zootecnica, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

Abstract

A dramatic increase of the demand for products of animal origin is expected to occur due to: i) the exponential growth of world's population, which should reach 9 billion people in 2050, according to FAO predictions, ii) the process of urbanization which will likely lead to a concentration of 60% of the population in urban areas by the same year, and iii) the increase of income of a large part of the population in emergent countries such as China and India. So far, the increased demand for food has been supplied by agriculture due to improvement of techniques, increase of cultivated land areas and increase of consumption of water and energy. Despite that, unequal food distribution throughout the world has led to almost 1 billion undernourished or starving people at the first decade of the twenty-one century. In the future, it will be necessary to achieve a sustainable supply of food, especially of animal origin, because land and other production factors

are not unlimited resources. This work deals with related problems and possible sustainable solutions for the increasing demand for products of animal origin, by a detailed analysis of the *Animal footprint*, i.e. the Ecological footprint of animal production.

Riassunto

La crescita esponenziale della popolazione, che secondo le stime FAO dovrebbe arrivare a 9 miliardi di individui nel 2050; i processi di inurbamento, che comporteranno la concentrazione del 60% della popolazione nelle città sempre alla stessa data; unitamente all'aumento delle disponibilità di reddito di vasti strati della popolazione di grandi nazioni quali la Cina e l'India porteranno ad una esplosione della domanda di prodotti di origine animale. Finora l'agricoltura, attraverso il miglioramento delle tecniche, l'aumento delle superfici coltivate e il maggior consumo d'acqua e di energia, è riuscita a far fronte all'aumentata domanda di cibo, anche se gli squilibri nella distribuzione consegnano al primo decennio del ventunesimo secolo quasi 1 miliardo di persone sottanutrite o addirittura affamate. In futuro la domanda di cibo, in particolare di prodotti di origine animale, dovrà essere soddisfatta in maniera sostenibile in quanto la disponibilità di terra e degli altri fattori della produzione non sono risorse illimitate. Questo lavoro delinea i problemi e propone alcune soluzioni volte a dare una risposta sostenibile alla crescente domanda di prodotti di origine animale, attraverso un'analisi dettagliata dell'*Animal Footprint*, ossia dell'Impronta ecologica relativa alle produzioni zootecniche.

Correspondence: Prof. Giuseppe Pulina, Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari, via E. De Nicola, 9, 07100 Sassari, Italy. Tel. +39.079.229307 - Fax: +39.079.229302. Email: gpulina@uniss.it

Key words: animal footprint, animal production, ecological footprint, food safety, greenhouse gases, hunger.

Parole-chiave: fame, gas serra, impronta animale, impronta ecologica, produzione animale, sicurezza alimentare.

Ringraziamenti: relazione presentata e finanziata dall'Associazione per la Scienza e le Produzioni Animali (ASPA).

Received for publication: 11 April 2011.

Accepted for publication: 15 June 2011.

Società rappresentata nell'ambito AISSA: Associazione per la Scienza e le Produzioni Animali - ASPA

©Copyright Giuseppe Pulina et al., 2011

Under no circumstances figures can be used without prior written consent of the copyright owner.

Licensee PAGEPress, Italy

Italian Journal of Agronomy 2011; 6(s2):e7

doi:10.4081/ija.2011.6.s2.e7

This work is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 3.0 License (CC BY-NC 3.0).

Introduction

Un mondo sempre più popolato

Il diritto all'alimentazione (*right to food*), sancito nell'articolo 25 della Dichiarazione Universale dei Diritti Umani proclamata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite (UN, 1948), è stato meglio specificato solo successivamente nella seguente dichiarazione *the right of everyone to have access to safe and nutritious food, consistent with the right to adequate food and the fundamental right of everyone to be free from hunger so as to be able fully to develop and maintain their physical and mental capacities* (ONU Risoluzione 2000/10; UN 2000). Di conseguenza, il diritto all'alimentazione è soddisfatto se sono garantite contemporaneamente due condizioni: l'accesso permanente ed illimitato al cibo (*food security*) e la disponibilità di cibo qua-

litativamente adeguato (*food safety*). Anche se sicurezza alimentare (*food security + food safety*) sembra essere un concetto semplice, esso include almeno tre diversi pilastri, così come specificato dal World Food Summit della Food and Agriculture Organization (FAO) (FAO, 1996): disponibilità di cibo (cioè disporre permanentemente di cibo in quantità sufficienti); accesso al cibo (cioè avere adeguate risorse economiche per ottenere cibi capaci di soddisfare le esigenze nutritive) e utilizzazione dello stesso (cioè usufruire del cibo in maniera appropriata seguendo le conoscenze nutrizionali e sanitarie di base, nonché disponendo di acqua e di igiene adeguate). Pertanto, la missione dei ricercatori coinvolti nella catena alimentare dell'uomo è quella di produrre quantità sufficienti di cibo di qualità adeguata sotto gli aspetti nutrizionale e sanitario per tutta la popolazione. Purtroppo questa missione non è un compito facile e gli sforzi della FAO per ridurre le cause strutturali della fame nel mondo non hanno raggiunto i risultati attesi per diversi motivi, fra cui la povertà, l'instabilità politica, l'analfabetismo, la conservazione inadeguata delle derrate e le difficoltà nella distribuzione del cibo (FAO, 1996).

La United Nations Millennium Development Goals, fondata nel 2000, si è posta l'obiettivo di eliminare la fame nel mondo entro il 2015, ma la situazione attuale indica che difficilmente questa ambiziosa meta potrà essere raggiunta (FAO, 2009). Si stima che circa un miliardo di persone (il 15% della popolazione mondiale) soffra la fame o siano sottanutrite (FAO, 2009). In realtà, la distribuzione globale delle disponibilità di calorie pro capite è molto varia, con punte superiori a 3400 kcal/giorno per il Nord America e l'Europa e con valori inferiori a 2000-1800 kcal/giorno per i Paesi dell'Africa Centrale (FAO, 2009).

La sicurezza degli approvvigionamenti e il miglioramento delle condizioni alimentari per vasti strati dell'umanità sono condizionati dal continuo aumento della popolazione mondiale e, di conseguenza, dal costante aumento della richiesta di cibo, da un lato, e dalla diminuzione delle risorse disponibili per esaurimento, erosione o destinazione ad altre forme di utilizzo (naturalistico, urbano, energetico), dall'altro.

La popolazione mondiale ha attualmente raggiunto quasi i 7 miliardi di individui (US Census Bureau, 2011) e, secondo le più accurate proiezioni, essa dovrebbe superare gli 8 miliardi di persone nel 2030 per raggiungere i 9 miliardi nel 2050 (Lutz *et al.*, 2001; PRB, 2008). Pur nell'inesattezza delle stime, se il tasso di fertilità restasse invariato rispetto a quello attuale, si dovrebbe osservare una sostanziale stabilità demografica in Europa e in Nord America, ma un aumento considerevole delle popolazioni dell'Asia, dell'India e soprattutto dell'Africa (PRB, 2008).

Contemporaneamente all'incremento demografico, non solo aumenterà la richiesta di cibo, specialmente nei Paesi in transizione e in quelli meno sviluppati, ma varierà anche la sua composizione: infatti al progressivo inurbamento, che porterà nel 2030 più del 60% della popolazione a risiedere in città (Pretty, 2008) con riduzione dell'efficienza nella catena distributiva del cibo, si aggiunge il deciso miglioramento delle condizioni di reddito di vasti strati delle popolazioni di Paesi quali la Cina e l'India che si tradurrà in un forte aumento della domanda individuale di prodotti animali. A conferma di ciò Fogel (2006) ha osservato che in passato, laddove si è verificata una riduzione progressiva del numero di persone sottanutrite, l'aumento della quantità giornaliera di energia e proteina ingerita per individuo è derivata essenzialmente da prodotti di origine animale. Questi dati concordano con quelli della FAO (2002) che ha rilevato come i Paesi in via di sviluppo hanno avuto, nell'ultimo quarantennio del ventesimo secolo, un aumento notevole della disponibilità media giornaliera sia di energia (dalle 2000 alle 2500 kcal/giorno per individuo) che di alimenti di origine animale (di circa 2-3 volte) e ha previsto un ulteriore aumento negli anni seguenti. Recentemente, la FAO (2009) ha previsto un raddoppio del consumo di alimenti di origine animale entro il 2050, mentre il consumo individuale giornaliero di cibi di origine vegetale (cereali, frutta e verdura) dovrebbe rimanere praticamente stabile. La produ-

zione di alimenti di origine animale già era ottenuta nel 1995 per il 50% nei Paesi in via di sviluppo e tale quantità è arrivata al 60% nel 2006. Anche la produzione di pesce, che attualmente ammonta a 130 milioni di tonnellate, sarà destinata a duplicare nel prossimo quarantennio (Godfray *et al.*, 2010).

Attualmente i consumi apparenti di latte e formaggio, uova e grassi animali ammontano a circa 100 kg anno⁻¹ per individuo nei Paesi occidentali e a circa 40 kg anno⁻¹ in Australia, India, Cina e Sud dell'Africa. Latte e derivati entrano in gran parte nelle diete dei Paesi occidentali, Nord Africa e America del Sud, mentre non sono diffusi nelle abitudini alimentari degli altri Paesi (FAOSTAT, 2011). Se la Cina presenta il maggiore consumo annuale di uova, i grassi animali sono ingeriti in quantità rilevante solo dalle popolazioni del Nord America e dell'Europa. I consumi individuali apparenti di carne ammontano a circa 110 kg anno⁻¹ nel Nord America e a oltre 90 kg anno⁻¹ in Europa, in larga parte costituiti da carne bovina e suina. Anche l'Australia e il Sud America registrano consumi medi annui per individuo rilevanti, con una buona prevalenza di carne avicola. Ancora modesti sono i consumi di carne nell'Africa Sub-Sahariana e nell'India, mentre intermedi sono quelli della Cina, con in testa il suino, del Medio Oriente e del Nord Africa (FAOSTAT, 2011).

Il consumo di carne è linearmente collegato con il reddito medio per abitante (Speedy, 2003): dall'esame dell'andamento dei consumi medi individuali dal 1980 ad oggi, si può prevedere per i prossimi 20 anni un aumento considerevole della domanda di tali alimenti nei Paesi emergenti, Cina e India in particolare, con quantità annue per individuo che saliranno a 37 kg di carne e a 66 kg di prodotti lattiero caseari già entro il 2030, diversamente da quanto avverrà nei Paesi sviluppati nei quali il consumo individuale di tali prodotti rimarrà sostanzialmente costante (FAO, 2002).

Negli ultimi 50 anni, la rivoluzione verde e lo sviluppo delle scienze agro-zootecniche ha garantito un livello di produzioni di derrate alimentari adeguato alle richieste del pianeta: a fronte di una maggiore disponibilità di alimenti (aumentata del 20% per persona), si è registrato un calo del loro prezzo che ha toccato il 50% a metà del primo decennio di questo secolo (FAOSTAT, 2006; Hazell e Wood, 2008). Tuttavia, rimangono ancora grandi differenze fra le diverse società nella loro capacità sia di alimentare loro stesse che di proteggere la capacità produttiva delle proprie risorse naturali a lungo termine (Hazell e Wood, 2008). Ad esempio, negli ultimi 4-5 anni il prezzo dei cereali, in particolare, è praticamente raddoppiato, sia in seguito a fenomeni speculativi sia per l'aumento della loro richiesta per la produzione di energia da biomasse. L'aumento rilevante dei prezzi degli alimenti nel 2008, riaffacciato con maggiore virulenza del 2010, ha ridotto la capacità di acquisto di cereali, riso e frumento in particolare, e di sementi per la coltivazione nei campi, causando tensioni sociali spesso sfociate in rivolte in alcuni Paesi emergenti o in via di sviluppo.

La sfida della produzione zootecnica

Come accennato precedentemente, la necessità di aumentare la produzione mondiale di alimenti vegetali ed animali dovrà confrontarsi con la disponibilità limitata delle risorse naturali, in particolare della terra e dell'acqua (Reilly e Willenbockel, 2010). Secondo Avery (2001), la superficie totale della Terra è di circa 13 miliardi di ettari, dei quali meno del 40% è utilizzabile per l'agricoltura. Attualmente, solamente l'11,5% della superficie della Terra è arabile, mentre il 26% è classificato come praterie. Quest'ultima superficie di solito ha delle caratteristiche edafiche non idonee alla sua trasformazione in terre arabile, ma è largamente utilizzata per le attività pastorali e in tal modo garantisce una produzione considerevole di alimenti di origine animale, senza interferire con le produzioni vegetali (Godfray *et al.*, 2010).

In futuro, per soddisfare le esigenze della maggiore popolazione, la superficie di terreni arabili dovrebbe aumentare; sfortunatamente l'area sfruttata per le attività agricole è arrivata al limite di quella potenziale (Avery, 2001). Inoltre, diverse attività antropiche, quali l'urbanizzazione, l'industrializzazione e la produzione di bio-energia, sottraggono continuamente ed in maniera consistente superfici destinate alla produzione di alimenti, anche per la mancanza di una precisa politica di pianificazione di utilizzo territoriale, specialmente per quanto attiene ai terreni più fertili e più facilmente arabili.

In questo scenario, la sicurezza alimentare non è più un problema esclusivo dei Paesi in transizione o in via di sviluppo, ma è diventata una sfida per tutta l'umanità. Se la sostenibilità dell'agricoltura è diventata una preoccupazione globale (Pretty, 2008), la domanda cruciale è *come farà l'agricoltura ad assicurare gli alimenti all'umanità nelle prossime decadi?* La sfida è drammatica, ma alcune delle soluzioni possibili attualmente in esame sono:

- un modello economico adatto a garantire sia la sostenibilità ambientale che condizioni accettabili di vita per tutta la popolazione;
- l'utilizzo di tecnologie (ad es. pesticidi, fertilizzanti e, in particolare, organismi geneticamente modificati) nell'agricoltura ideale del futuro e, di conseguenza, le opportunità e i limiti dei sistemi agricoli biologico (o organico, traducendo letteralmente dall'inglese), convenzionale e misto;

- la priorità di investire le risorse limitate (in particolare l'acqua e la terra) per la produzione di alimenti, a discapito della produzione di energia, dell'urbanizzazione e di usi alternativi.

Qualsiasi proposta dovrebbe prendere in considerazione il fatto che il nostro pianeta non possiede la riserva di terreni necessari per l'espansione dell'agricoltura. In questo momento, poiché la maggior parte dell'opinione pubblica dei Paesi sviluppati ritiene che l'agricoltura convenzionale sia meno sicura di quella biologica, c'è una forte propensione alla conversione delle terre dalla prima alla seconda. Tuttavia, l'agricoltura biologica è meno produttiva di quella convenzionale, sia nella produzione vegetale (Emmens, 2003; Ryan *et al.*, 2004) che in quella animale (Sundrum, 2001; de Boer, 2003). Inoltre, non esistono evidenze scientifiche che dimostrino che il consumo di alimenti biologici abbia degli effetti benefici sulla salute umana (Williams, 2002; Magkos *et al.*, 2003; Dangour *et al.*, 2010). Di conseguenza, se per ipotesi, tutte le aziende convenzionali venissero trasformate immediatamente in aziende organiche, la superficie arabile per produrre la stessa quantità di cibo attualmente necessaria dovrebbe essere aumentata di 2,6 volte (da 1,5 a 4 miliardi di ettari; Avery, 2001). In modo simile, se la tendenza a privilegiare l'agricoltura biologica rimarrà inalterata e l'aumento demografico sarà quello stimato, nel 2025 sarà necessaria una superficie quadrupla di terre arabili, dimensione di cui semplicemente non disponiamo! Di conseguenza, l'unica possibilità realistica per soddisfare le esigenze umane rimane l'aumento dell'efficienza dei sistemi produttivi agricoli e zootecnici e il miglioramento della loro sostenibilità ambientale (Pretty, 2008; Godfray *et al.*, 2010).

Secondo il concetto originario, l'Impronta Ecologica (*Ecological footprint*) rappresenta l'area di superficie biologicamente produttiva necessaria per produrre le risorse ed assimilare le scorie generate dall'impiego di una determinata tecnologia per l'ottenimento di un bene o di un servizio. In altri termini, essendo la superficie della Terra limitata, l'impronta ecologica globale definisce il limite massimo di popolazione sostenibile dal pianeta. Recentemente, Kitzes *et al.* (2008) hanno meglio definito l'*Ecological footprint*, in termini di quantità di risorse complessive che l'uomo utilizza per la propria vita. In altri termini, per ragioni pratiche, l'*Ecological footprint* stima il contributo che l'unità di prodotto o di servizio apporta al consumo di risorse e all'inquinamento ambientale. In particolare, la misura dell'ammontare totale delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) causate direttamente o indirettamente da un individuo, da un'organizzazione, da un evento o da un prodotto è definita come Carbon footprint; la quantità di acqua virtuale

inglobata o consumata, Water footprint; la quantità di energia consumata, Energy footprint; la quantità di suolo eroso, Soil footprint; la riduzione della biodiversità, Biodiversity footprint, ecc. In questi termini i sistemi agricoli, compresi quelli zootecnici, sono fra i pochi che possono contribuire a migliorare il bilancio globale del carbonio e dell'acqua, non solo in termini di riduzione delle emissioni e dei consumi, ma anche come aumento del sequestro del carbonio e del risparmio idrico. In particolare, i sistemi di allevamento estensivi, che prevedono un razionale utilizzo del pascolo, possono contribuire significativamente alla riduzione delle emissioni globali delle aziende zootecniche proprio grazie alla capacità di sequestro del carbonio dei cotici erbosi dei pascoli (Soussana *et al.*, 2010). D'altro canto, soltanto l'intensivizzazione dei cicli produttivi, come sarà meglio detto in seguito, può portare ad una sostanziale riduzione degli impatti per effetto della loro diluizione in una maggiore quota di prodotto per capo.

Dall'impronta ecologica all'impronta animale

Data la dinamica, ad oggi inarrestabile, dei consumi di alimenti di origine animale, una parte crescente dell'*Ecological footprint* dell'agricoltura deriverà dall'allevamento degli animali da reddito. Definiamo in questa sede l'Impronta Animale (*Animal footprint*) come l'impatto ecologico delle produzioni zootecniche misurabili in termini di GHG emessi, acqua consumata, terreno eroso e biodiversità compromessa per unità (di solito per kg) di prodotto di origine animale.

L'Animal Carbon footprint

I sistemi di allevamento animale generano emissione di GHG attraverso gli scambi di gas tra il suolo, le colture nel loro ciclo fenologico, gli animali e i reflui degli allevamenti. In particolare gli animali contribuiscono alle emissioni con la CO₂ della respirazione, con il CH₄ delle fermentazioni ruminali ed enteriche e con le emissioni di CO₂, CH₄ e N₂O prodotte dalle reazioni chimiche e dai processi biologici che avvengono nei reflui (Kebreab *et al.*, 2006).

A partire dal 2006, a seguito della pubblicazione del rapporto FAO *Livestock's long shadow* (LLS), la pressione dell'opinione pubblica sul comparto delle produzioni animali in relazione ai cambiamenti climatici è cresciuta in maniera significativa. Il rapporto LLS stima che le produzioni animali contribuiscono per il 18% alle emissioni globali di GHG: in particolare, esse sono responsabili del 9% del CO₂, del 35-40% del CH₄ e del 65% del N₂O generato dalle emissioni antropogeniche (FAO, 2006). Lo studio è stato pesantemente ripreso dai mass media che hanno colpevolizzato la zootecnia accusandola di produrre più gas serra delle automobili SUV e tacciandola di avvelenare il Pianeta. Successivamente, altre stime più accurate, realizzate in diversi Paesi dove la presenza del settore delle produzioni animali è forte, hanno dimostrato l'infondatezza delle conclusioni del rapporto LLS e hanno potuto verificare che, specialmente nei Paesi con una zootecnia tecnologicamente sviluppata, il contributo degli allevamenti è molto più ridotto, con valori dal 2-4% (Kebreab *et al.*, 2006; Gill *et al.*, 2010) al 3-8% del totale delle emissioni nei Paesi occidentali (Capper *et al.*, 2009a), con circa il 3% in Italia (ISPRA, 2010). Pulina *et al.* (2010, unpublished data) hanno impiegato il modello TIER1 (IPCC, 2006) per la stima delle emissioni del sistema zootecnico italiano e hanno sostanzialmente confermato il dato ISPRA: l'incidenza è pari al 3,22% del totale nazionale, con il 65% delle emissioni nelle regioni del nord, il 9% in quelle centrali e il restante 26% in quelle meridionali e insulari. Inoltre, il 56% dell'*Animal carbon footprint* della zootecnia italiana è imputabile all'allevamento bovino da latte, il 18% a quello bovino da carne, il 12% a quello suino, mentre la restante zootecnia contribuisce per il 14%. A breve è attesa una revisione delle stime della FAO con una valutazione più precisa del contributo della zootecnia alla produzione

dei gas serra, che speriamo sarà intitolata *Livestock short shadow*.

L'impronta animale è normalmente stimata con il metodo del *Life Cycle Assessment* (LCA) (FAO, 2010; Rotz *et al.*, 2010), una tecnica che valuta gli aspetti ambientali e i potenziali impatti associati ad un prodotto o servizio mediante la compilazione di un inventario di ciò che di rilevante entra ed esce da un sistema di produzione. Flachowsky e Hachenberg (2009) hanno dimostrato che i valori stimati dell'*Animal carbon footprint* (kg CO_{2eq} kg prodotto⁻¹) con il metodo LCA sono risultati ampiamente variabili in funzione del tipo di prodotto (latte, uova, carne bovina, di maiale e di pollo) e degli autori considerati, senza una chiara differenza fra il sistema produttivo convenzionale e quello biologico. Nel tentativo di ottenere una stima più affidabile dell'impronta animale, Pulina *et al.* (2011, unpublished data) hanno sviluppato un modello matematico con il software Stella[®] per calcolare l'*Animal carbon footprint* parziale, limitato cioè al solo allevamento escluse colture, ingrassamento e commercializzazione delle carni, di un sistema di allevamento *linea vacca-vitello* in cui 100 manze sono state seguite dall'inizio alla fine della carriera riproduttiva attraverso tutte le tappe fisiologiche della loro vita, ottenendo i seguenti valori: 1636 kg CO_{2eq} prodotta mediamente da un capo della mandria in un anno e di 12,4 kg CO_{2eq} prodotta per kg di carcassa venduta. La stima così ottenuta è all'interno del campo di variabilità di 10-21 kg di analoghe stime (Flachowsky e Hachenberg, 2009).

Come già accennato, numerosi studi hanno dimostrato che il modo più efficiente per abbattere i GHG della zootecnia è l'intensivizzazione e la precisione. Se consideriamo la quantità di CO₂ equivalente emessa dagli allevamenti bovini da latte nel 1944-2007 negli USA, osserviamo che questa è aumentata da 13,5 a 27,8 kg d⁻¹ bovina⁻¹, a causa della maggiore ingestione di alimenti, ma la produzione di CO₂ equivalenti per kg di latte si è drasticamente ridotta da 3,65 a 1,35 kg di GHG (Capper *et al.*, 2009b). Questo risultato è stato ottenuto grazie alla contrazione del numero di animali e all'aumento della produzione unitaria per vacca, che sono variate in modo lineare nel periodo. Lo stesso autore ha osservato che nel sessantennio esaminato la quantità di gas serra è diminuita da 194 a 114 milioni di tonnellate, pur a fronte di un aumento della produzione totale di latte nel Paese. Anche per il sistema carne, l'intensivizzazione del processo produttivo rappresenta la migliore strategia per ridurre l'impronta animale e soddisfare la domanda crescente di alimenti specialmente nei Paesi emergenti.

Questo tipo di studi, tuttavia, non considera che la maggior richiesta di materie prime per mangimi conseguente all'aumento dei fabbisogni delle vacche ad alta produzione di latte comporta la messa a coltura di una maggior quota di ettari a seminativi a scapito delle superfici a pascolo o boschive, con una conseguente riduzione della capacità di sequestro del carbonio da parte del sistema e un aumento delle emissioni nette di GHG. In tal senso altre ricerche hanno messo in evidenza che buoni risultati in termini di mitigazione delle emissioni si possono ottenere coniugando tecniche di alimentazione di precisione (massimizzazione della digeribilità della sostanza organica e della proteina della razione, aumento dell'utilizzo di lipidi nella dieta dei ruminanti, utilizzo di sostanze naturali di origine vegetale che contrastano la produzione di metano ruminale) con specifici programmi di miglioramento genetico che inseriscano negli obiettivi di selezione il miglioramento dell'efficienza riproduttiva delle mandrie e la diminuzione dell'emissione di metano di origine ruminale (Garnsworthy, 2004; Gill *et al.*, 2010; Martin *et al.*, 2010). La mitigazione delle emissioni derivanti dall'accumulo di deiezioni può essere garantita da un lato dal miglioramento della precisione nelle tecniche di alimentazione (soprattutto per l'aumento della digeribilità della sostanza organica e della proteina) e, dall'altro, dalla diffusione di tecnologie sempre più efficienti per l'utilizzo delle deiezioni animali a fini energetici, soprattutto produzione di biogas (Kebreab *et al.*, 2006), in quanto la letamazione o lo spandimento dei liquami non sembrano tecniche in grado di assicurare nel lungo periodo un effettivo carbon sink da parte del suolo (Schlesinger, 2000).

L'Animal Soil e l'Animal Biodiversity footprint

In tutta Europa negli ultimi decenni la zootecnia è stata caratterizzata da cambiamenti radicali, con una riduzione del numero di aziende e la concentrazione della produzione in poche unità specializzate, con un conseguente abbandono delle pratiche tradizionali estensive a favore di quelle intensive. Questo fenomeno ha portato alla marginalizzazione delle zone meno favorevoli e allo spopolamento delle aree montane. Un'altra conseguenza dell'intensivizzazione delle pratiche agro-zootecniche è la sempre maggiore separazione geografica tra le aree di produzione dei nutrienti e le aree di utilizzo in cui sono localizzati gli allevamenti. I concentrati utilizzati negli allevamenti intensivi possono essere prodotti anche a centinaia di km di distanza dalla sede aziendale e causare così un surplus di nutrienti nella zona circostante l'allevamento e un impoverimento di materia organica e di nutrienti nell'area di produzione.

Se l'aumento della richiesta di prodotti di origine animale non può essere sostenuto semplicemente allargando le superfici coltivate, non è neanche possibile soddisfare tale domanda con il miglioramento della produttività dei pascoli e più in generale delle foraggere, in quanto i margini di crescita di queste colture sono molto limitati. Stime recenti quantificano in 470 milioni di ha le superfici arabili destinate alla produzione di alimenti zootecnici, pari al 33% del totale dei seminativi su scala mondiale (FAOSTAT, 2006). Le superfici destinate al pascolamento a livello mondiale sono stimate in 3,4 miliardi di ha, e rappresentano la principale, se non l'esclusiva, fonte di alimentazione in molti sistemi di allevamento. La conversione delle superfici migliori da pascolo a seminativo o l'attuazione di pratiche agronomiche volte a migliorare la produttività dei pascoli non sembrano avere molti margini. L'eccessivo sfruttamento dei pascoli con carichi troppo elevati in zone aride o semiaride comporta, infatti, elevati rischi di desertificazione: va rimarcato che attualmente il 20% dei pascoli è degradato e la quota relativa è molto più alta nelle zone dove le risorse idriche sono limitate (FAOSTAT, 2006).

L'estensione di terra necessaria per sostenere un allevamento, a parità di produzione, è estremamente variabile a seconda della specie e dell'indirizzo produttivo. De Vries e de Boer (2010), nella loro *review* sui principali studi condotti sull'*Animal footprint* della zootecnia tramite LCA, hanno evidenziato che l'estensione di terra necessaria alla produzione di 1 kg di vari prodotti zootecnici (superficie utilizzata nelle aziende e quella necessaria per produrre gli alimenti esterni) è molto variabile. Per la produzione di 1 kg di carne bovina è necessaria una superficie molto più ampia (27-49 m²) rispetto a quella per 1 kg di carne suina (8,9-12,1 m²) o avicola (8,1-9,9 m²), in virtù dello sfavorevole indice di conversione dei ruminanti e dei parametri riproduttivi dei bovini che non sono certo comparabili con quelli di polli e suini. La stessa tendenza è stata osservata se si paragonano i kg di proteina contenuti nei singoli prodotti (al posto del kg di prodotto in se), con valori sempre molto più alti per la carne bovina. La superficie richiesta per la produzione di 1 kg di latte (1,1-2,0 m²) o di uova (4,5-6,2 m²), invece, è risultata inferiore a quella richiesta da altri prodotti. Poiché in questo studio sono assenti dati italiani, sarebbe interessante mettere a punto delle stime per il comparto bovino da carne italiano: infatti, mentre l'allevamento tipico del nord Europa è basato sul pascolamento di superfici molto vaste, l'integrazione di questo sistema per la produzione dei vitelli con l'allevamento intensivo confinato per l'ingrassamento dei vitelloni praticato in Pianura Padana consente sicuramente di ridurre l'estensione di terreno necessario per sostenere la produzione della stessa quantità di carne. Tuttavia, se da un lato l'intensivizzazione riduce l'impiego delle risorse per unità di prodotto e i relativi impatti, i sistemi zootecnici tradizionali delle aree marginali hanno contribuito e contribuiscono alla creazione di ecosistemi caratterizzati da un'alta biodiversità animale e vegetale e svolgono un ruolo fondamentale nel mantenimento delle zone tutelate dalla Rete Natura 2000 e in sintonia

con le linee programmatiche della nuova PAC. Viceversa, l'abbandono di queste pratiche comporta un degrado dei prati e dei pascoli che progressivamente lasciano il posto all'avanzata dei boschi, con una conseguente perdita di biodiversità (Giupponi *et al.*, 2006; Marini *et al.*, 2008).

L'Animal Water footprint

La tutela delle risorse idriche da un eccessivo sfruttamento è un altro tema di grande attualità e sta ricevendo particolare attenzione scientifica negli ultimi anni (SAB Miller e WWF, 2009; Drastig *et al.*, 2010). L'approccio LCA può essere usato per stimare la *Water footprint*, ovvero l'impronta dell'acqua intesa come la quantità di acqua consumata o inquinata per produrre un determinato bene e servizio. In ambito zootecnico, l'acqua è utilizzata principalmente per l'irrigazione dei terreni coltivati e per i processi di produzione e trasformazione. Oltre a questo aspetto, va considerato l'impatto delle attività produttive sulle riserve idriche, in termini di eutrofizzazione ed inquinamento. Come riportato da Drastig *et al.* (2010) e Mekonnen e Hoekstra (2010), la *Water footprint* può essere divisa in tre tipi: i) *blue*, ovvero l'acqua proveniente dai fiumi, laghi e acquiferi e usata per l'irrigazione, ii) *green* ovvero l'acqua usata proveniente dalle precipitazioni e dal suolo, e iii) *grey* ovvero il volume di acqua usata e, di conseguenza, inquinata in ciascun anello della catena di produzione (*supply chain*). Drastig *et al.* (2010) hanno stimato che nel Brandeburgo (Germania) l'*Animal Water footprint* di tipo *blue*, usata per la produzione di latte bovino, si è ridotta dal 1999 al 2008 a causa di una contrazione del numero di animali e un aumento della produzione di latte per capo, con una *Animal water footprint* media del decennio di 3,94+0,29 L di acqua per produrre 1 kg di latte (Drastig *et al.*, 2010). Per quanto riguarda l'*Animal Water footprint* della carne bovina disossata, Capper (2010) ha stimato un valore di 3600 L che è risultato molto diverso dalla stima di 15.400 l fatta precedentemente da Mekonnen e Hoekstra (2010). Di conseguenza, crediamo che sia fondamentale lo sviluppo e l'implementazione di un approccio scientifico valido per stimare in maniera più accurata l'*Animal water footprint* a livello locale e globale. La ricerca dovrà trovare soluzioni sia per favorire il risparmio idrico che per la gestione razionale dei reflui zootecnici, anche con lo studio di razioni atte a migliorare l'utilizzo dei nutrienti per ridurre l'impatto degli allevamenti sui corsi d'acqua. Secondo Ferket *et al.* (2002), la riduzione potenziale di escrezione di azoto e fosforo da suini e avicoli potrebbe essere raggiunta tramite: i) maggiore digeribilità delle razioni; ii) alimentazione multifase; iii) allevamento a sessi separati; iv) formulazioni più aderenti ai fabbisogni; v) riduzione del contenuto di proteina grezza della razione e integrazione con aminoacidi di sintesi; e vi) utilizzo di additivi ed enzimi esogeni (fitasi).

Quali sfide per una zootecnica sostenibile

Una più elevata produzione di alimenti per soddisfare le crescenti esigenze umane, che siano salubri e ottenuti con tecniche in grado di tutelare l'ambiente, raccoglie le seguenti principali sfide per una zootecnica sostenibile: i) la produzione di una adeguata quantità di alimenti di origine animale, in quanto essenziali per la corretta dieta umana; ii) l'uso limitato delle superfici meno vocate all'agricoltura, per salvaguardarne la biodiversità, iii) l'aumento delle rese delle produzioni vegetali e animali, specialmente nei Paesi emergenti, tramite l'adozione di sistemi produttivi più efficienti, e iv) l'utilizzo equilibrato del territorio fra attività agricole destinate alle produzioni alimentari e ad attività alternative (ad es. energia, urbanizzazione, industria). In questo contesto, sia lo studio dei fattori che condizionano l'impronta animale che lo sviluppo di appropriate tecnologie per ridurla e che assicurino anche una maggiore efficienza delle produzioni, dovranno essere fra i temi principali della ricerca nel campo delle scienze animali e delle biotecnologie. Dal punto di vista della ricerca in ambito genetico, gli obiettivi principali comprendono la selezione di animali a bassa

impronta ecologica, ad alta efficienza di trasformazione degli alimenti e resistenti alle malattie, causa di gravi perdite e di ridotta sicurezza alimentare, e l'impiego delle informazioni genomiche per velocizzare la selezione (*genetical genomics*). Questi studi vanno integrati con ricerche per la definizione di razioni e di sistemi di allevamento che permettano di ottimizzare il potenziale genetico degli animali e di sistemi per il recupero di energia dai reflui zootecnici. L'attenzione dovrà essere posta anche al benessere animale, garanzia di soggetti più sani e più efficienti. Questi obiettivi dovranno trovare le condizioni culturali, politiche, sociali e infrastrutturali per consentire un capillare trasferimento di tali tecnologie, specie nei Paesi emergenti, a costi accettabili. Dovranno inoltre essere attuate altre misure di sostegno per un utilizzo equilibrato del territorio con la migliore integrazione tra produzioni animali e vegetali in ogni area geografica, garanzia di sostenibilità nel lungo periodo. Rimane altresì indispensabile l'azione di formazione e di educazione alimentare e alla salute, al fine di migliorare le condizioni di nutrizione e di vita delle popolazioni, riducendo da una parte gli eccessi di alimenti e dall'altra stimolando un consumo consapevole e responsabile del cittadino.

Bibliografia

- Avery M., 2001. Habitat conservation – a framework for future action. *Ecos* 22:3.
- Capper J.L., Cady R.A., Bauman D.E., 2009a. Demystifying the environmental sustainability of food production. pp 174-90 in Proc. Cornell Nutrition Conf., Syracuse, NY, USA.
- Capper J.L., Cady R.A., Bauman D.E., 2009b. The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *J. Anim. Sci.* 87:2160-2167.
- Capper J.L., 2010. The carbon and water footprint of beef and dairy production. Proc. Symp. on Bovine Sustainability, 26th World Buiatrics Congr., Santiago, Chile (cd rom).
- Dangour A.D., Lock K., Hayter A., Aikenhead A., Allen E., Uauy R., 2010. Nutrition-related health effects of organic foods: a systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.* 92:303-210.
- de Boer I.J.M., 2003. Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livest. Prod. Sci.* 80:69-77.
- de Vries M., de Boer I.J.M., 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livest. Sci.* 128:1-11.
- Drastig K., Prochnow A., Kraatz S., Klaus H., Plöchl M., 2010. Water footprint analysis for the assessment of milk production in Brandenburg (Germany). *Adv. Geosci.* 27:65-70.
- Emmens J., 2003. Considerations for conversion to organic production for wheat-based farming systems. FAO Publ., Roma, Italy. Available from: http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/publicat/organic_wheat/orgwheat_emmens_e.pdf. Accessed on: 15 March 2011.
- FAO, 1996. Rome declaration on world food security. World Food Summit, 13-17 November 1996, Roma, Italy. Available from: http://www.fao.org/wfs/index_en.htm
- FAO, 2002. World agriculture: towards 2015/2030. Summary Report. FAO Publ., Roma, Italy.
- FAO, 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. FAO Publ., Roma, Italy.
- FAO, 2009. The State of Food Insecurity in the World. FAO Publ., Roma, Italy.
- FAO, 2010. Greenhouse gas emissions from the Dairy sector: a life cycle assessment. FAO Publ., Roma, Italy.
- FAOSTAT, 2006. Available from: <http://faostat.fao.org/>
- FAOSTAT, 2011. Available from: <http://faostat.fao.org/>
- Ferket P.R., van Heugten E., van Kempen T.A.T.G., Angel R., 2002.

- Nutritional strategies to reduce environmental emissions from ruminants. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl.2):E168-E182.
- Flachowsky G., Hachenberg S., 2009. CO₂-footprints for food of animal origin - present stage and open questions. *J. Verbr. Lebensm.* 4:190-198.
- Fogel R.W., 2006. Fuga dalla fame. Europa, America, Terzo mondo (1700-2000). Ed. Vita e Pensiero, Milano, Italy.
- Garnsworthy P., 2004. The environmental impact of fertility in dairy cows: a modelling approach to predict methane and ammonia emissions. *Anim. Feed Sci. Techn.* 112:211-223.
- Gill M., Smith P., Wilkinson J.M., 2010. Mitigating climate change: the role of domestic livestock. *Animal* 4:323-333.
- Giupponi C., Ramanzin M., Sturaro E., Fuser S., 2006. Climate and land use changes, biodiversity and agri-environmental measures in the Belluno Province, Italy. *Environ. Sci. Policy* 9:163-173.
- Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M., Toulmin C., 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* 327:812-818.
- Hazell P., Wood S., 2008. Drivers of change in global agriculture. *Philos. T. R. Soc. B* 363:495-515.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006. 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: vol 1. General guidance and reporting. IGES, Japan. Available from: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>
- ISPRA, 2010. Available from: <http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/>
- Kebreab E., Clark K., Wagner-Riddle C., France J., 2006. Methane and nitrous oxide emissions from Canadian animal agriculture: a review. *Can. J. Anim. Sci.* 86:135-158.
- Kitzes J., Wackernagel M., Loh J., Peller A., Goldfinger S., Cheng D., Tea K., 2008. Shrink and share: humanity's present and future Ecological Footprint. *Philos. T. R. Soc. B* 363:467-475.
- Lutz W., Sanderson W., Scherbov S., 2001. The end of world population growth. *Nature* 412:543-545.
- Magkos F, Arvaniti F, Zampelas A., 2003. Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 54:357-71.
- Marini L., Fontana P., Klimek S., Battisti A., Gaston K.J., 2008. Impact of farm size and topography on plant and insect diversity of managed grasslands in the Alps. *Biol. Conserv.* 142:394-403.
- Martin C., Morgavi D.P., Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:351-365.
- Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y., 2010. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Value of Water research Report Series No. 48, UNESCO-IHE Publ., Delft, The Netherlands.
- Population Reference Bureau, 2008. World Population Highlights: Key Findings from PRB's 2008 World Population Data Sheet. *Popul. Bull.* 63:1-12.
- Pretty J., 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philos. T. R. Soc. B* 363:447-467.
- Reilly M., Willenbockel D., 2010. Managing uncertainty: a review of food system scenario analysis and modelling. *Philos. T. R. Soc. B* 365:3049-3063.
- Rotz C.A., Montes F., Chianese D.S., 2010. The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. *J. Dairy Sci.* 93:1266-1282.
- Ryan M.H., Derrick J.W., Dann P.R., 2004. Grain mineral concentrations and yield of wheat grown under organic and conventional management. *J. Sci. Food Agr.* 84:207-216.
- SABMiller, WWF, 2009. Water footprinting: identifying & addressing water risks in the value chain. Available from: http://www.sabmiller.com/files/reports/water_footprinting_report.pdf
- Schlesinger W., 2000. Carbon sequestration in soils: some cautions amidst optimism. *Agr. Ecosyst. Environ.* 82:121-127.
- Speedy A.W., 2003. Global Production and Consumption of Animal Source Food. *J. Nutr.* 133:4048S-4053S.
- Soussana J.F., Tallec T., Blanfort V., 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal* 4:334-350.
- Sundrum A., 2001. Organic livestock farming. A critical review. *Livest. Prod. Sci.* 67:207-215.
- United Nations, 1948. Universal Declaration of Human Rights. New York, USA. Available from: <http://www.un.org/en/documents/udhr/index.shtml>. Accessed on: 15 March 2011.
- United Nations, 2000. The right to food. Commission on Human Rights resolution 2000/10. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. Geneva, Switzerland.
- US Census Bureau, 2011. International Data Base, World Population Summary. Available from: <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpopinfo.php>
- Williams C.M., 2002. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? *Proc. Nutr. Soc.* 61:19-24.