

PRATI E PASCOLI, COMPONENTI IMPRESCINDIBILI DI UNA ZOOTECNIA ALPINA ECO-SOSTENIBILE

Gusmeroli F.

FONDAZIONE FOJANINI DI STUDI SUPERIORI - Sondrio

Riassunto

Tra le prerogative che fanno dei prati e dei pascoli componenti imprescindibili di una zootecnia alpina eco-sostenibile sono qui analizzate la biodiversità, la stabilità, l'efficienza energetica e il sequestro di CO₂. Esse dipendono strettamente dalle pratiche di gestione, ossia dal flusso energetico ausiliario a quello fotosintetico, manifestandosi pienamente in presenza di un flusso contenuto, ossia con una gestione estensiva (o non troppo intensiva) che trattenga il sistema in uno stato di oligo-mesotrofia. Il principale punto di controllo del flusso energetico si pone a livello dei consumatori primari (il bestiame). Con carichi animali calibrati sui cotici erbosi, come era nel modello tradizionale, il sistema è auto-regolato e in uno stato stazionario. Con carichi non più ancorati alle disponibilità foraggere, com'è negli attuali allevamenti intensivi, il sistema non ha più un controllo interno ed è così esposto al rischio di derive eutrofiche, che ne compromettono l'eco-compatibilità. Il futuro della zootecnia alpina sembra dunque passare non solo dalla salvaguardia dei prati e dei pascoli, ma anche dal superamento delle vecchie logiche riduzioniste e riparative in favore di un nuovo approccio olistico e armonico che guardi all'unitarietà e integrità del sistema, ricongiungendo in particolare l'allevamento e la terra. I carichi animali non devono eccedere le capacità di ricezione organica dei terreni, il che si ottiene con una sostanziale autosufficienza alimentare dell'azienda.

Abstract

Meadows and pastures, essential components of a sustainable alpine livestock - Many characteristics make the meadows and pastures an essential components of a sustainable alpine livestock. Biodiversity, stability, energy efficiency and CO₂ sequestration are analyzed here. They depend strictly on the management practices, namely from the calibrated anthropic energy flow retaining the system in an oligo-mesotrophic state, as with an extensive management (or not too intensive). The main point of control of the anthropic energy flow arises at the level of primary consumers (livestock). With animal loads sustainable by grasslands, as it was in the traditional model, the system is self-regulated and in a steady status. With loads exceeding forage availability, as in the current intensive farming, the system no longer has an internal control and thus it is exposed to the risk of drift eutrophic, which affect the eco-compatibility. The future of alpine livestock seems to pass not only by the protection of meadows and pastures, but also by overcoming the old reductionist and reparative logic in favor of a new holistic and harmonious approach. We must look at unity and integrity of the system, in particular rejoining livestock to land. The animal loads must not exceed the receiving organic capacity of soils, which is achieved with a substantial feed self-sufficiency of the farm.

Introduzione

Il sistema zootecnico alpino tradizionale era caratterizzato da un rigoroso equilibrio tra risorse trofiche e carichi animali e un'organizzazione endogena strutturata in senso verticale. Da un lato era il regime alimentare sostanzialmente chiuso a fissare precisi limiti quantitativi all'allevamento; dall'altro era il fenomeno orografico a imporre lo spostamento del bestiame lungo direttrici piano-

monte, seguendo la maturazione dell'erba (Gusmeroli, 2012). Pur con varianti locali anche importanti, il sistema veniva così ad articolarsi in stazioni poste a differenti quote, le più basse delle quali avevano come elemento foraggero il prato permanente, le intermedie il prato-pascolo e le superiori il pascolo.

Questo modello, definitosi compiutamente nel Basso Medioevo con l'invenzione della falce fienaja (Bätzing, 2005) e sopravvissuto fin oltre la metà del novecento, era certamente sostenibile dal punto di vista ambientale. Gli agroecosistemi foraggeri, tanto quelli sub-naturali (pascoli ricavati su praterie naturali), quanto quelli semi-naturali (pascoli e prati ricavati nel dominio climacico della vegetazione legnosa) si avvicinavano molto nel funzionamento agli ecosistemi naturali, approssimando la chiusura del ciclo della sostanza organica e dei nutrienti ed esibendo quel complesso di servizi extra-produttivi noti come servizi ecosistemici (Silva et al., 2008). Il flusso di energia supplementare a quello fotosintetico, costituito dalle pratiche gestionali, era destinato essenzialmente a incrementare la biomassa utile (fotosinteticamente attiva) a scapito della totale, innalzando la produttività del sistema (rapporto produzione/biomassa), modificando la piramide ecologica in favore dei consumatori primari (erbivori domestici) e riducendo con l'asportazione di biomassa (il foraggio) l'attività respiratoria dei decompositori (Evans e Cain, 1952). I cotici venivano così mantenuti in uno stato di equilibrio (*disclimax*), senz'altro di complessità inferiore a quella degli ecosistemi naturali, ma comunque decisamente superiore a quella di qualsiasi altro agroecosistema.

Nonostante il processo di intensificazione produttiva e industrializzazione degli ultimi decenni abbia modificato non poco il modello, alterando in particolare l'equilibrio tra carichi animali e risorse foraggere e allentando il nomadismo verticale (Fischer et al., 2008), la zootecnia alpina rimane inscindibilmente legata agli habitat erbosi permanenti. Oltre certe soglie di altitudine e acclività, prati e pascoli rappresentano la sola possibilità per ricavare dai terreni alimenti per l'uomo, seppur attraverso la mediazione dei ruminanti. Non deve dunque sorprendere se, nonostante il massiccio abbandono delle terre alte e la sottrazione di suolo nei fondovalle, essi occupino ancora una porzione ragguardevole di territorio: nel caso, ad esempio, del comprensorio della Comunità Montana di Sondrio, nell'anno 2000 la loro incidenza era ancora del 16% e del 84% sulla superficie agraria utile.

Molteplici sono le prerogative che fanno dei prati e dei pascoli componenti imprescindibili di una zootecnia alpina eco-sostenibile. Qui ci si soffermerà sulla biodiversità, la stabilità, l'efficienza energetica e il sequestro di CO₂.

La biodiversità

Contrariamente agli agroecosistemi in regime arativo, la strategia produttiva dei prati e dei pascoli poggia sul mantenimento di un'elevata biodiversità. È dalla combinazione tra diverse specie vegetali, con caratteristiche fisiologiche e produttive complementari, che si compongono sistemi integrati capaci di assicurare rese relativamente costanti nel tempo e di elevata qualità.

L'alta biodiversità si manifesta tanto a livello tassonomico, quanto sintassonomico. Si stima che siano oltre un migliaio le specie vegetali rinvenibili nelle fitocenosi alpine, specie in gran parte perenni appartenenti principalmente alle famiglie delle Graminacee, Leguminose, Composite, Ombrellifere e Ranunculacee. Questi elementi sono aggruppati in numerose associazioni, riconducibili, secondo gli inquadramenti più comuni (Oberdorfer, 1970; Elmayer, 1993; Delarze e Gonseth, 2008), a cinque diverse classi fitosociologiche: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Elyno-Seslerietea*, *Festuco-Brometea*, *Caricetea curvulae* e *Nardo-Callunetea*. In *Molinio-Arrhenatheretea* sono collocati i pascoli pingui e le formazioni prative per antonomasia degli ambienti mesofili e igrofilii; in *Elyno-Seslerietea* e *Festuco-Brometea* confluiscono le comunità dei substrati carbonatici, nell'ordine quelle dei pascoli mesofili e microtremi e quelle dei prati e pascoli aridi e termofili; *Caricetea curvulae* e *Nardo-Callunetea* aggregano le cenosi acidofile, le sub-naturali la prima classe, le semi-naturali la seconda. A questi *syntaxa* se ne devono aggiungere altri per le compagini dei siti fortemente disturbati (riposi del bestiame e luoghi calpestati).

Mentre negli ecosistemi la biodiversità è il risultato della combinazione tra fattori climatici e pedologici naturali, nei prati e pascoli assume un ruolo prioritario il fattore antropico. Le pratiche gestionali interagiscono in maniera complessa con i fattori naturali (Figura 1).

In termini generali, come sarà spiegato più avanti, all'aumentare della pressione antropica, ossia del flusso energetico ausiliario, viene a corrispondere una riduzione della ricchezza floristica e della variabilità fitocenotica. Proteggendo la

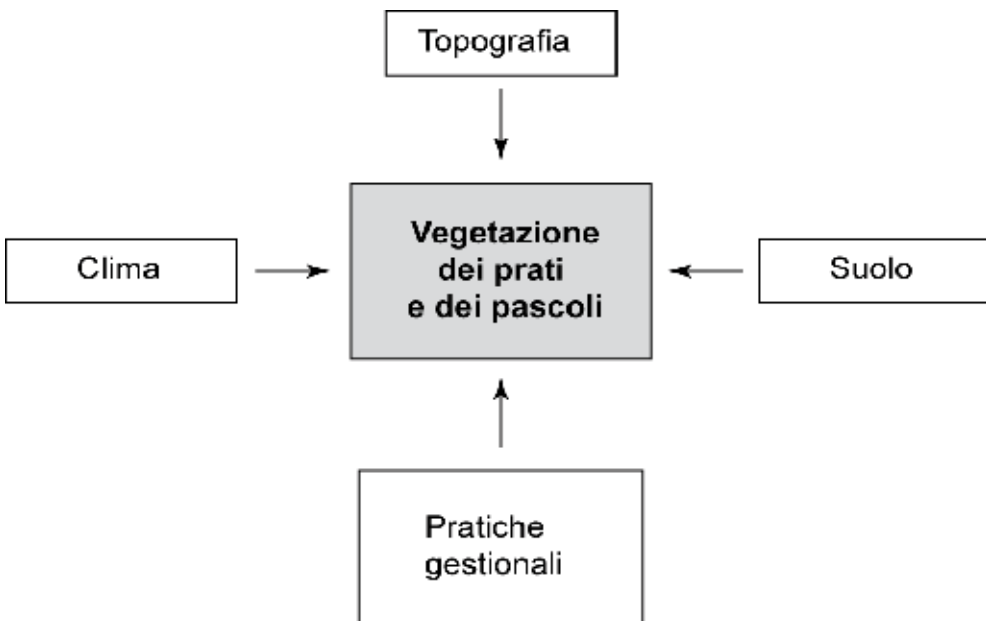


Figura 1 - Fattori determinanti la biodiversità nei cotici erbosi permanenti

vegetazione dagli stress e allentando i fattori limitanti la crescita della biomassa, il flusso tende a stemperare gli effetti pedoclimatici e favorire le specie più foraggere, svincolando in parte l'agroecosistema da quella zonalità (legame con precise zone o fasce bioclimatiche) propria degli ecosistemi.

La stabilità

La stabilità è un altro aspetto peculiare dei cotici permanenti. Come schematizzato in Figura 2, il 70-80% della produzione primaria netta (energia fotosintetizzata al netto dalla respirazione degli autotrofi) è trasferita agli apparati radicali e solo una quota minoritaria è destinata alla produzione di biomassa aerea.

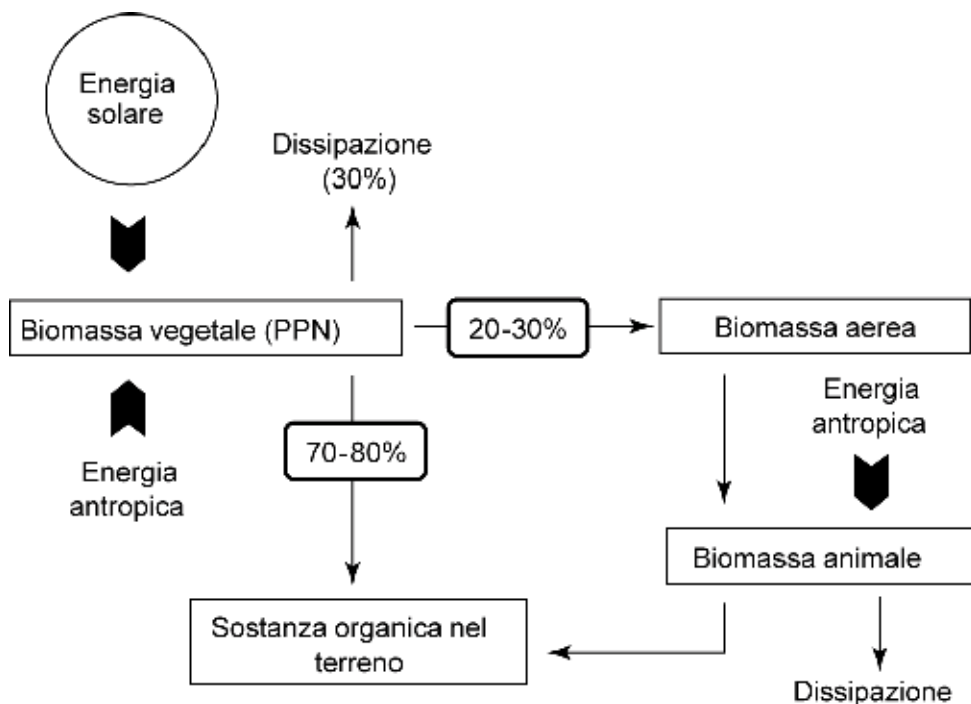


Figura 2 - Flussi energetici in un agroecosistema foraggero permanente

Nei seminativi il rapporto è quasi rovesciato (Russel e Paris, 1986). Si potrebbe pertanto dire, ammettendo per un istante una qualche intenzionalità, che i cotici erbosi sono preoccupati soprattutto della fertilità dei suoli, mentre i seminativi lo sono delle rese produttive. In effetti, i cotici sono dei miglioratori della fertilità, tanto è vero che erano inseriti nella classica rotazione con il precipuo compito di ripristinare la sostanza organica depauperata dagli arativi. Le loro

rese sono tuttavia assai meno soddisfacenti (un prato produce la metà circa di biomassa aerea di un campo di mais e ancora meno in termini di energia) (Houghton et al., 2001), non solo in ragione della diversa finalizzazione dell'energia fotosintetizzata, ma altresì di una minore capacità fotosintetica (la loro quantità di clorofilla è di 700-1000 mg/m² contro 1400-2000 dei seminativi e il LAI-*Leaf Area Index* è di 3-4 contro 6-8).

Nei prati e nei pascoli, le deiezioni animali assumono un ruolo secondario nel ripristino della fertilità dei suoli, dati i volumi in gioco relativamente modesti e le difficoltà di interrimento. Non così nei seminativi, dove la maggiore biomassa mantenibile dei consumatori primari ne mette a disposizione notevoli quantità e incorporabili alle matrici. Pur non potendo permettere una successione illimitata della coltura, causa i noti fenomeni di stanchezza del terreno, le restituzioni organiche possono rendere le coltivazioni, almeno da questo punto di vista, conservative. Naturalmente un conto è l'arricchimento intrinseco in humus che si ha nei cotici erbosi, un conto sono le restituzioni delle deiezioni nei seminativi, le quali, subendo i processi ossidativi stimolati dalle lavorazioni del suolo, possono al meglio servire a preservare i livelli edafici di humus, non certo a innalzarli. Esse, inoltre, comportano sempre massicce dispersioni di azoto e altri contaminanti (Olesen et al. 2006).

L'efficienza energetica

Il calcolo dell'efficienza energetica in agricoltura (energia prodotta per unità di energia fossile impiegata) implica non poche difficoltà nella misura di molti input. Gli studi dedicati, pertanto, sono spesso parziali e forniscono dati disomogenei, di difficile comparazione. Vi è per altro una generale concordanza sul fatto che gli agroecosistemi permanenti, a fronte, come detto, di produzioni inferiori, abbiano una migliore efficienza degli arativi (Pimentel, 2004). Ad esempio, per un fieno di *Panicum virgatum*, una specie spontanea delle praterie del nord America, sono documentati rendimenti superiori di un fattore tre al mais in regime convenzionale e di un fattore due a quello in regime biologico (Pimentel, 2006), nonostante il mais sia in assoluto la coltura più efficiente sotto il profilo energetico e nei calcoli siano ignorate i maggiori input in macchinari e attrezzature. A penalizzare i rendimenti degli arativi è l'ingente dispendio per le lavorazioni, quella del suolo innanzitutto, ma anche le concimazioni, i diserbi, i trattamenti antiparassitari e le irrigazioni. Notoriamente, il processo di combustione, oltre a liberare molti inquinanti, è *molto meno efficace* di quello di ossidazione biologica, per cui il semplice aumento del flusso di energia fossile penalizza l'efficienza globale del sistema. Inoltre, per la legge dell'utilità marginale decrescente, si contrae progressivamente il suo indice di conversione in biomassa.

I rendimenti energetici sono massimi nel pascolo, dove gli animali prelevano il foraggio e restituiscono direttamente le deiezioni (totalmente nel pascolamento integrale, parzialmente in quello con stabulazione notturna), contenendo al minimo l'intervento umano, gli stock di capitale tecnologico e le dispersioni. Sempre secondo le indicazioni fornite da Pimentel (2006), per alimentare un manzo da

carne con una miscela di cereali e foraggi occorrono 40 kcal di energia fossile per kcal di proteina prodotta, quantità che si dimezza se gli animali sono mantenuti al pascolo.

Il sequestro di CO₂

Strettamente correlato all'efficienza energetica è il bilancio della CO₂. Negli ecosistemi, il saldo di carbonio (produzione netta) è dato dalla differenza tra il flusso fotosintetico (carbonio fissato) e i flussi respiratori degli organismi autotrofi ed eterotrofi (carbonio liberato). Negli agroecosistemi il bilancio è complicato in entrata dagli eventuali apporti organici convertiti nel suolo in humus, in uscita dal carbonio asportato con i raccolti ed emesso con le pratiche colturali e la produzione, l'uso e lo smaltimento di materiali e macchinari. Ad esempio, per ogni kg di azoto prodotto e distribuito in campo si calcola un rilascio di 1,23 kg di CO₂ e per ogni litro di gasolio bruciato di 0,71 kg (Robertson et al., 2000; Lal, 2004b). Negli arativi si deve poi aggiungere il carbonio liberato per ossidazione della sostanza organica con le lavorazioni del suolo.

Nelle praterie il bilancio del carbonio è positivo, per cui esse sequestrano in modo permanente la CO₂ (Schulze et al., 2009). La loro capacità di assorbimento è valutata in 50-100 g m⁻² anno⁻¹ di C (Soussana et al., 2007), in funzione essenzialmente dell'età dei cotici e delle pratiche di gestione. Per il continente europeo si stima un valore medio di 67 g m⁻² anno⁻¹ di C (Janssens et al., 2003). Nei seminativi, invece, il bilancio è negativo, causa principalmente la lavorazione del suolo, con un saldo medio nel continente di 92 g m⁻² anno⁻¹ (Freibauer et al., 2004). Questi flussi sono relativi all'ecosistema vegetale, al netto dei flussi generati negli allevamenti che, notoriamente, rappresentano il principale contributo del settore primario all'effetto serra (80% secondo Christensen et al., 2011). Per i cotici si tratta di flussi potenzialmente in grado di compensare circa il 75% del metano emesso con le ruminazioni (Tallec et al., 2012), mentre per i seminativi si tratta di emissioni aggiuntive. Anche se una dieta ricca di foraggio incrementa la produzione enterica di gas serra (CH₄ e CO₂) a motivo di rapporti più sfavorevoli tra gli acidi grassi volatili ruminali (Mc Donald, 1981), lo scarto tra i flussi di carbonio dei cotici erbosi e dei seminativi sovrasta di gran lunga questi incrementi, facendo della salvaguardia delle foraggere permanenti una delle azioni più importanti in campo agricolo nella strategia di contrasto al surriscaldamento del pianeta (Soussana et al., 2010).

Occorre a questo proposito segnalare come molti studi che adottano nella valutazione delle emissioni climalteranti il metodo del *Life Cycle Assessment*-LCA (Rotz et al., 2010) forniscano dei valori di rilasci per unità di prodotto (latte e carne) decrescenti con l'intensificazione dell'allevamento (Pulina et al., 2011), ossia con un più largo impiego di concentrati nella razione alimentare. Ciò farebbe pensare che vi sia convenienza ad ampliare le superfici a seminativo a scapito delle foraggere permanenti, in palese contraddizione con quanto affermato sopra. La spiegazione risiede nella parzialità di queste indagini, che analizzano input e output a livello dell'allevamento ignorando i flussi a livello degli ecosiste-

mi vegetali o, laddove ne tengano conto, trascurano o trattano con eccessiva approssimazione talune componenti di non agevole parametrizzazione (Snidero, 2007-2008) come, ad esempio, i macchinari e le attrezzature necessarie alla gestione degli arativi, molto più imponenti di quelli per la gestione dei cotici permanenti. Spesso, poi, si riferiscono ad aziende già piuttosto intensive, in cui l'ulteriore intensificazione può avvenire senza attivare nuovi significativi investimenti.

Il flusso energetico come regolatore del sistema

Le prerogative di eco-sostenibilità descritte, pur essendo costitutive dei prati e dei pascoli, possono variare con le pratiche di gestione, espresse in termini quantitativi dall'input energetico ausiliario a quello fotosintetico. Come già anticipato, l'ecosistema viene spinto verso nuovi stati di equilibrio (*disclimax*), funzionali alla produzione di foraggio: nel lessico tecnico si dice che il sistema esplora nuovi attrattori (Bertalanffy, 2004). Gli attrattori mutano con l'intensità del flusso energetico aggiuntivo (Gusmeroli, 2012). Quando il flusso è moderato il sistema si mantiene in uno stato di oligotrofia, in cui l'attrattore, come negli habitat indisturbati, è la biodiversità. La produttività è bassa e la comunità conserva molte specie naturali di scarso valore foraggero. Aumentando l'input, il sistema perviene a uno stato di mesotrofia, in cui una parte della biodiversità è sacrificata in favore della produttività. Il flusso allenta i vincoli di crescita del sistema, costituiti dalle disponibilità di risorse materiali (acqua, nutrienti, anidride carbonica), assumendo come attrattore la produzione di biomassa foraggera. La biodiversità staziona però ancora su buoni livelli, con contingenti floristici ricchi di specie di pregio foraggero. L'ulteriore potenziamento del flusso energetico determina il passaggio a uno stato di eutrofia. La produttività raggiunge il picco estremo grazie ad un marcato allentamento delle costrizioni, ma al prezzo di un brusco declino della biodiversità. Pochi elementi capaci di utilizzare le elevate risorse trofiche (specie nitrofile), ma privi di valore foraggero, prendono il sopravvento, soffocando ogni altra componente. Lo stadio ultimo è quello distrofico, dove anche la produttività collassa in maniera irreversibile; il sistema viene disarticolato, perdendo ogni funzionalità e organizzazione. Il crescere del flusso energetico è accompagnato anche da un aumento delle dissipazioni, ossia delle emissioni di vari agenti contaminanti.

L'eco-sostenibilità, dunque, si manifesta pienamente in presenza di un flusso energetico contenuto, ossia con una gestione estensiva (o non troppo intensiva), che trattenga il sistema negli stati di oligo-mesotrofia (Peeters, 1995). Gestioni più pesanti innescano derive eutrofiche che compromettono, con l'integrità ecologica, anche la capacità produttiva del cotico. Uno schema sintetico delle relazioni tra aspetti ecologici, e produttivi è offerto in Figura 3, dove gli aspetti ecologici sono rappresentati dalla biodiversità specifica, quelli produttivi dalla biomassa aerea e dal suo valore foraggero.

In condizioni di oligotrofia il cotico è molto diversificato, ma il foraggio fornito è quantitativamente e qualitativamente modesto. In condizione mesotrofiche la

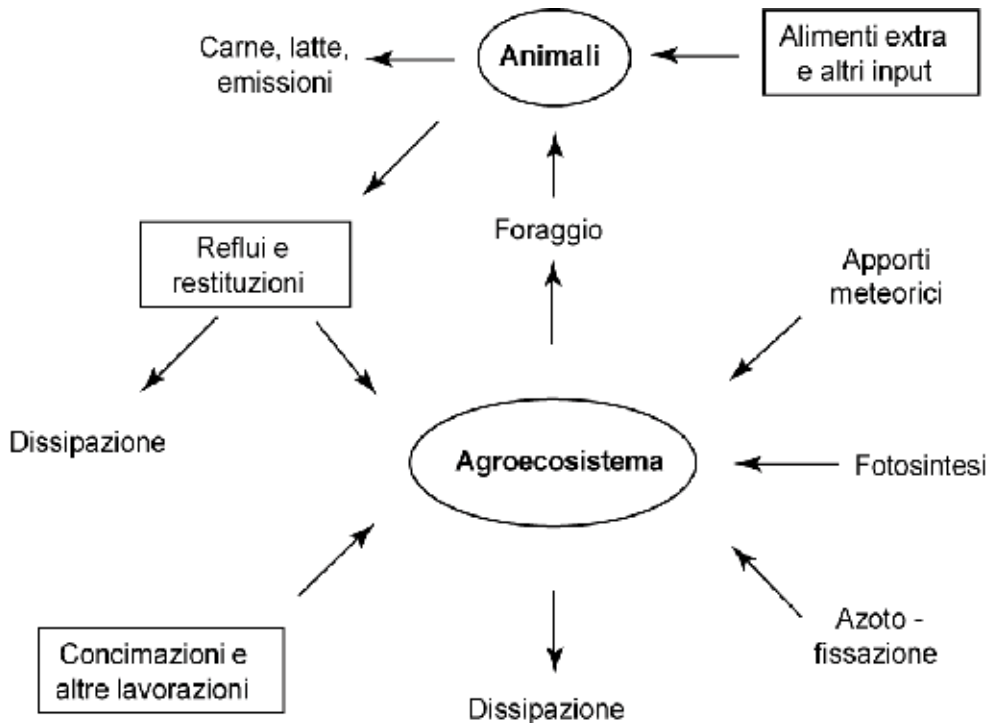


Figura 3 - Biomassa, biodiversità specifica e valore foraggero nei diversi stati trofici di un cotico permanente

biodiversità cala, mentre si accresce la produzione, soprattutto in termini qualitativi. Lo stato di eutrofia è quello di massima produzione di biomassa, ma di qualità foraggera mediocre e composizione specifica molto semplificata. Le condizioni di distrofia, infine, segnano il deterioramento pressoché totale della copertura vegetale e, con essa, di ogni significato ecologico e produttivo.

Il principale punto di controllo del flusso energetico, dunque del grado di intensificazione del sistema, si pone a livello dei consumatori primari (Figura. 4).

Gli altri ingressi o sono scarsamente dipendenti dall'uomo (fotosintesi, apporti meteorici e azoto-fissazione), o poco usuali (concimazione chimica), o blandamente soggetti a variabilità (altre lavorazioni). In allevamento, gli input più sensibili per i cotici sono quelli connessi alla produzione dei reflui organici. Nel modello zootecnico tradizionale, sostanzialmente chiuso e con base foraggera di sole praterie permanenti, i volumi di reflui erano fissati dai carichi animali mantenibili sui cotici. Di conseguenza, il sistema era auto-regolato e stazionario, scevro da qualsiasi rischio di deriva eutrofica. Nei modelli attuali, aperti dai massicci ricorsi ad alimenti concentrati extra-aziendali imposti dalle elevate performances produttive del bestiame, le deiezioni non sono più calibrate sulle capacità di assimilazione dei cotici. Il sistema è affrancato da rigidi vincoli di crescita e, a meno di sottrazioni di reflui (ma in tal caso si innescano altri problemi),

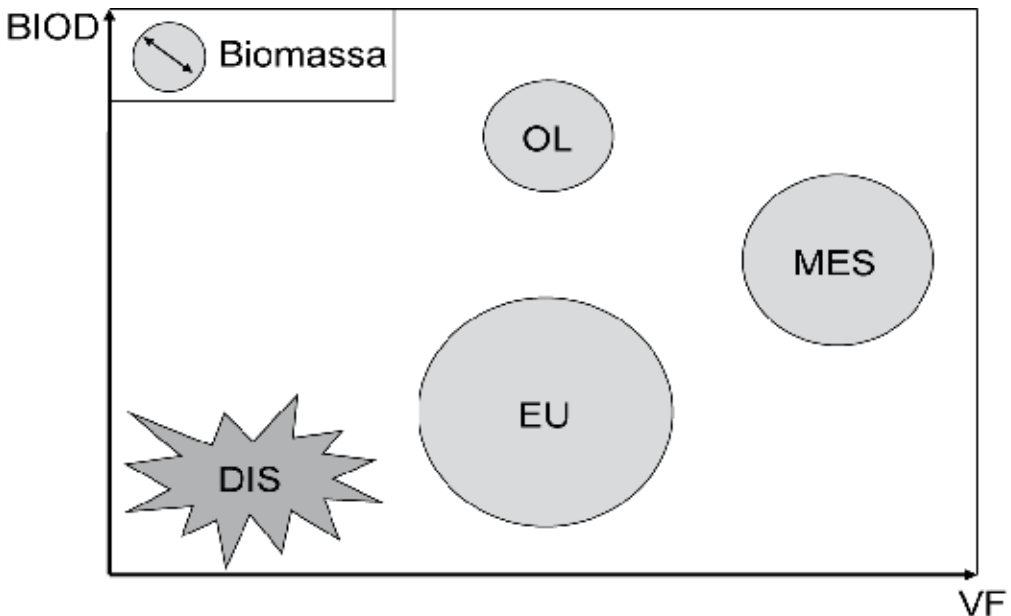


Figura 4 - Schema di funzionamento dell'agroecosistema foraggero e punti di regolazione del flusso energetico ausiliario

esposto a fenomeni di eutrofizzazione e dispersione di inquinanti. I consumatori primari divengono così l'elemento chiave del sistema: tanto più sono produttivi ed esigenti in termini nutrizionali, quanto più il sistema degrada, allontanandosi dai meccanismi auto-compensativi e dai cicli chiusi che ne garantiscono l'eco-compatibilità, come insegnano gli ecosistemi naturali.

Conclusioni

Le difficoltà di lavorazione dei suoli in pendio e la severità climatica rendono del tutto illusoria una zootecnia alpina affrancata dalle foraggere permanenti. D'altro canto, i processi di intensificazione e industrializzazione che, in forza di una dipendenza alimentare dall'esterno, hanno sminuito l'importanza dei prati ed ei pascoli, denunciano evidenti limiti ambientali e, anche da una visuale puramente speculativa, non sembrano reggere le sfide poste dall'aumento dei costi energetici. La salvaguardia di prati e pascoli appare dunque obbligata laddove si voglia mantenere l'agricoltura in montagna e laddove la montagna voglia continuare a essere un luogo di dimora e non mero spazio di wilderness.

Una difesa efficace dei prati e pascoli non può tuttavia avvenire al di fuori di uno specifico modello di zootecnia. Semplici azioni di tutela diretta, quali premi agli sfalci o alla monticazione, come ogni altro provvedimento mirato a compensare le minori produzioni e i maggiori costi, non bastano. Occorre passare dalle

vecchie logiche riduzioniste e riparative a un nuovo approccio olistico e armonico che guardi all'unitarietà e integrità del sistema. L'allevamento non può essere slegato dalla terra, dagli agroecosistemi. I carichi animali non devono eccedere le capacità di ricezione organica dei terreni, il che si ottiene con una sostanziale autosufficienza alimentare dell'azienda. D'altro canto le caratteristiche anatomiche, fisiologiche, etologiche e produttive del bestiame devono essere idonee alla valorizzazione degli agroecosistemi, il che, nel caso dei bovini, rimanda a un tipo di animale di taglia moderata, abile al pascolo, poco esigente sotto il profilo nutrizionale, efficiente nella trasformazione della cellulosa e così via. Non casualmente si tratta di un ideotipo molto vicino alle razze autoctone alpine, almeno quelle che l'opera di selezione non ha omologato a standard alloctoni. Sicuramente si tratta di un ideotipo ben distante dalle razze cosmopolite diffuse negli ultimi decenni in molte regioni alpine.

Almeno due sono le obiezioni che vengono mosse a questo modello: la scarsa produttività e l'appartenenza al passato. Come si è già avuto modo di argomentare in precedenti occasioni (Gusmeroli et al., 2006 e 2010), sono in realtà rilievi contraddittori, facilmente confutabili. La scarsa produttività è il prezzo da pagare alla sostenibilità ambientale, non negoziabile (almeno in linea teorica, perché nella prassi lo è costantemente), a meno di voler accettare rischi enormi e rimettere in discussione concetti e programmi assunti nelle politiche a ogni livello istituzionale. La vera riposta al problema della produzione del cibo (e anche in parte del suo impatto ambientale) sta semmai nella riconversione degli arativi ora destinati a produrre alimenti zootecnici (un terzo delle terre coltivate secondo il rapporto FAO del 2011) in colture per l'uomo, ponendo fine all'ingente e assurdo spreco determinato dall'aver spostato l'uomo nella piramide ecologica da consumatore primario a secondario. La scarsa produttività potrebbe invece riflettersi negativamente sul bilancio economico dell'azienda, anche se, notoriamente, i punti di forza dell'agricoltura di montagna non stanno nella quantità, ma nella qualità. È però questo un argomento altro, da affrontare in separata sede. Si vuole qui solo rammentare come la tipicità e le proprietà nutraceutiche dei prodotti zootecnici abbiano nei foraggi dei prati e dei pascoli uno dei loro fondamenti.

Alla seconda obiezione si può ribattere osservando che il passato non è di per sé un difetto. Infatti, a differenza dell'evoluzione biologica che, in quanto tensione verso una maggiore organizzazione e complessità, è progressione, il percorso culturale dell'uomo, essendo governato più da meccanismi lamarckiani che darwiniani, può avanzare come regredire (Cavalli-Sforza, 2010). Il modello configurato riprende effettivamente taluni criteri della tradizione, non però per nostalgia o impostazione ideologica, bensì nell'intento di dare un futuro al sistema, superando quegli aspetti intensivi e industrializzati la cui insostenibilità ecologica appare oggi del tutto palese. In questo sforzo, piuttosto, all'innovazione tecnologica è richiesto un importante contributo, proprio perché le sfide che attendono la zootecnia di montagna non sono per nulla banali.

Bibliografia

- Bätzing W., 2005. *Le Alpi. Una regione unica al centro dell'Europa*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Bertalanffy L. von, 2004. *The general system theory*. Braziller, New York.
- Cavalli Sforza L.L., 2010. *L'evoluzione della cultura*. Codice edizioni, Torino.
- Christensen O.B., Goodess C.M., Harris I., Watkiss P., 2011 *European and Global Climate Change Projections: Discussion of Climate Change Model Outputs, Scenarios and Uncertainty in the EC RTD Climate Cost Project*. In Watkiss, P (Editor), The Climate Cost Project, Final Report. Volume 1: Europe. Stockholm Environment Institute, Sweden.
- Delarze R., Gonseth Y., 2008. *Guide des milieux naturels de Suisse : Ecologie – Menaces - Espèces caractéristiques*. Rossolis.
- Ellmauer T., 1993. *Calluno-Ulicetea*. In: Mucina L. Grabherr G. e Ellmauer T (eds.), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil I-Antropogene Vegetation, Gustaf Fischer Verlag, Jena-Suttgart-New York, 402-419.
- Evans F., Cain S., 1952. *Preliminary studies on the vegetation of an old field community in southeastern Michigan*. Contr. Lab. Vert. Biol., University Michigan, 51, 1-17.
- FAO, 2011. *The state of food and agriculture 2010-2011*. Roma.
- Fischer M., Rudmann-Maurer K., Weyand A., Stöcklin J., 2008. *Agricultural land use and biodiversity in the Alps*. Mountain Research and Development, 28, 148-155.
- Freibauer A., Rounsevell M., Smith P., Verhagen A., 2004. *Carbon sequestration in European Agricultural soils*. *Geoderma*, 122, 1-23.
- Gusmeroli F., Paoletti R., Pasut D., 2006. *Una foraggicoltura al servizio dell'allevamento e del territorio montano: tradizione e innovazione a confronto*. Quaderni SOZOOALP, 3, 26-40.
- Gusmeroli F., Battaglini L.M., Bovolenta S., Corti M., Cozzi G., Dallagiacomia E., Mattiello S., Noé L., Paoletti R., Venerus S., Ventura W., 2010. *La zootecnia alpina di fronte alle sfide del cambiamento*. Quaderni SOZOOALP, 6, 9-22.
- Gusmeroli F., 2012. *Prati, pascoli e paesaggio alpino*. Ed. SoZooAlp.
- Janssens I.A., Freibauer A., Ciais P. et al., 2003. *Europe's terrestrial biosphere absorbs 7 to 12% of European anthropogenic CO₂ emissions*. *Science*, 300, 1538-1542.
- Houghton J.T., Ding Y., Griggs D., Noguer M., van der Linden P.J., Xiaosu D., 2001. *IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lal R., 2004b. *Is crop residue a waste?* *Journal of Soil and Water Conservation*, 59, 136-139.
- McDonald I., 1981. *A revised model for estimation of protein degradability in the rumen*. *Journal of Agricultural Science*, 96, 251-252.
- Oberdorfer E., 1977-1992. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. G. Fisher, Jena.
- Olesen J.E., Schelde K., Weiske A., Weisbjerg M.R., Asman W.A.H., Djurhuus J., 2006. *Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112, 207-220.

- Peeters A., 1995. *Réflexions générales sur la biodiversité des prairies de montagne*. FAO Regional Office for Europe. Mountain grassland: biodiversity and agricultural value. REU Technical Series, 39, 11-17.
- Pimentel D., 2004. *Livestock production and energy use*. In. *Encyclopedia of Energy*, Matsumura R., Elsevier, San Diego, CA, 671-676.
- Pimentel D., 2006. *Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture*. An Organic Centre Study of Science Review. www.organic-center.org/reportfiles/ENERGY_SSR.pdf, 40 pp.
- Pulina G., Francesconi A.H.D, Mele M., Ronchi B., Stefanon B., Sturaro E., Trevisi E., 2011. *Sfamare un mondo di nove miliardi di persone: le sfide per una zootecnia sostenibile*. Italian Journal of Agronomy, 6, 39-44.
- Robertson G.P., Paul E.A., Harwood R.R., 2000. *Greenhouse Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere*. Science, (289) 5486, 1922-1925
- Rotz C.A., Montes F., Chianese D.S., 2010. *The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment*. Journal of Dairy Science, 93, 1266-1282.
- Russel E.W., Paris P, 1986. *Il terreno e la pianta: fondamenti di agronomia*. Edagricole.
- Schulze E.D., Luysaert S., Ciais P. et al., 2009. *Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance*. Nature Geoscience, 2, 842-850.
- Silva J.P., Toland J., Jones W., Eldridge J., Thorpe E., O'Hara E., 2008. *LIFE and Europe's grasslands: restoring a forgotten habitat*. Luxembourg: European Communities.
- Snidero R., 2007-2008 (AA). *Criteri metodologici per l'esecuzione di una LCA in allevamenti di vacche da latte. Risultati ottenuti dall'implementazione del metodo presso un allevamento*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria.
- Soussana J.F., Allard V., Pilegaard K. et al., 2007. Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. Agriculture, Ecosystems and Environment, 121, 121-134.
- 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.
- Tallec T., Klumpp K., Guix N., Soussana J.F., 2012. *Les pratiques agricoles ont-elles plus d'impact que la variabilité climatique sur le potentiel des prairies pâturées à stocker du carbone?* Fourrages, 210, 99-107.