

Efficacia ambientale dello Standard di condizionalità 4.6 “Densità di bestiame minime e/o regimi adeguati”

Lucia Sepe,¹ Mauro Salis,² Rosa Francaviglia,³ Marco Fedrizzi,⁴ Antonio Melchiorre Carroni,² Emilio Sabia,¹ Annarita Bruno,¹ Domenico Rufrano,¹ Paola Ruda,² Maria Teresa Dell’Abate,³ Alberto Alianello,³ Marco Velocchia,³ Olimpia Masetti,³ Gianluca Renzi,³ Roberto Fanigliulo,⁴ Mauro Pagano,⁴ Giulio Sperandio,⁴ Mirko Guerrieri,⁴ Daniele Puri,⁴ Salvatore Claps¹

¹CREA-ZOE, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l’Analisi dell’Economia Agraria, Unità di Ricerca per la Zootecnia

²CREA-AAM, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l’Analisi dell’Economia Agraria, Unità di Ricerca per i Sistemi Agropastorali in Ambiente Mediterraneo, Sanluri, Medio Campidano (VS)

³CREA-RPS, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l’Analisi dell’Economia Agraria, Centro di Ricerca per lo studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Roma⁴CREA-ING, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l’Analisi dell’Economia Agraria, Unità di Ricerca per l’Ingegneria Agraria, Monterotondo Scalo (RM), Italia

Autore corrispondente: Lucia Sepe
E-mail: lucia.sepe@crea.gov.it

Parole chiave: Condizionalità; sviluppo rurale; Standard 4.6; carico bestiame; competitività.

Lavoro svolto nell’ambito del Progetto MO.NA.CO. (Rete di monitoraggio nazionale dell’efficacia ambientale della condizionalità e del differenziale di competitività da essa indotto a carico delle imprese agricole) finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) nell’ambito del Programma Rete Rurale Nazionale nel contesto dell’Azione 1.2.2 “Laboratori interregionali per lo sviluppo” del Programma Operativo denominato “Rete Rurale Nazionale 2007 - 2013 Coord. Paolo Bazzoffi”.

Contributi al monitoraggio: CREA-AAM: monitoraggio zootecnico e floristico. Antonio Melchiorre Carroni, coordinamento UO, rilievi, stesura del report. Mauro Salis, organizzazione del monitoraggio, elaborazione ed interpretazione dati, stesura del report. Paola Ruda, organizzazione rilievi, rilievi. CREA-ING: aspetti economici. Marco Fedrizzi, coordinamento UO, elaborazione dati, stesura del report. Roberto Fanigliulo, Mauro Pagano, Giulio Sperandio, Mirko Guerrieri e Daniele Puri, elaborazione dati, stesura del report. CREA-RPS: suolo. Rosa Francaviglia, coordinamento UO, elaborazione ed interpretazione dati, stesura del report. Maria Teresa Dell’Abate, interpretazione risultati, stesura del report. Alberto Alianello, Marco Velocchia, Olimpia Masetti e Gianluca Renzi, analisi chimiche, biochimiche e biologiche suolo. CREA-ZOE: monitoraggio zootecnico e floristico. Salvatore Claps, coordinamento UO, rilievi, elaborazione, interpretazione dati, stesura del report. Lucia Sepe, organizzazione e gestione dei rilievi, rilievi, elaborazione ed interpretazione dati, coordinamento e stesura del report. Emilio Sabia, rilievi, elaborazione dati, stesura del report. Annarita Bruno, analisi qualitative erba del pascolo. Domenico Rufrano, gestione del gregge, rilievi.

Ringraziamenti: Si ringraziano i sigg. Maurizio Pitzalis, Michele Lilliu e la Dott.ssa Annapaola Chergia per la preziosa assistenza tecnica nella gestione dei rilievi botanici e zootecnici presso l’azienda di Arbus convenzionata con il CREA-AAM.

©Copyright L. Sepe et al., 2015
Licenziatario PAGEPress, Italy
Italian Journal of Agronomy 2015; 10(s1):715
doi:10.4081/ija.2015.715

Questo articolo è distribuito secondo i termini della licenza Noncommercial Creative Commons Attribution (by-nc 3.0) che permette qualsiasi uso non commerciale, la distribuzione e la riproduzione con qualsiasi mezzo, a condizione che l’autore (autori) originale(i) e la fonte siano accreditati.

Riassunto

Il lavoro presenta i principali risultati del monitoraggio riguardante l’efficacia dello standard di condizionalità 4.6 “Densità di bestiame minime e/o regimi adeguati” realizzato in due casi-studio nell’ambito del progetto MO.NA.CO. Il monitoraggio ha interessato gli aspetti pedologici, floristici, zootecnici ed economici (differenziale di competitività). Lo studio ha mostrato, nel seppur breve periodo, la non efficacia del livello minimo di densità 0,2 UBA/ha/anno nei casi-studio di allevamen-

to ovino in pascoli medio-ricchi dell’Appennino meridionale e della pianura sarda e, al contrario, l’efficacia del livello massimo di densità [4 UBA (Unità di Bovino Adulto)/ha]. per il mantenimento dell’habitat. La generalizzazione nell’applicazione dei requisiti minimo e massimo, che non tenga conto delle condizioni climatiche, delle risorse foraggere o del sistema di allevamento (inclusa la specie animale al pascolo) rappresenta un grave rischio di vanificazione delle condizioni dello Standard. Si ritiene indispensabile l’individuazione di aree omogenee e di carichi idonei specifici da parte di tutte le Regioni, tenendo conto anche della specie al pascolo.

Introduzione

La Riforma della PAC del giugno 2003 obbliga gli Stati membri ad assicurarsi che non si verifichi alcuna diminuzione della superficie di pascolo permanente (la percentuale rispetto alla superficie agricola totale). Il Reg. CE n. 796/04 (e successive modifiche) fissa all'art. 2 la seguente definizione di pascolo permanente: "Terreno utilizzato per la coltivazione di erba o di altre piante erbacee da foraggio, coltivate (seminate) o naturali (spontanee), e non compreso nell'avvicendamento delle colture dell'azienda per cinque anni o più".

Lo Standard 4.6 è stato concepito quale misura per proteggere il pascolo dal deterioramento, indicando un minimo e un massimo di carico ad ettaro all'anno [rispettivamente 0,2 e 4 UBA (Unità di Bovino Adulto)]. che rispondono ai vari scenari. Al di sotto e al di sopra di tali limiti, il legislatore prevede situazioni rispettivamente di sottocarico e sovraccarico, tali da causare danni all'habitat. Questa misura è volta a conservare le zone a pascolo nel territorio della UE che rivestono un interesse ecologico ed è distinta dalla condizionalità: i singoli agricoltori sono tenuti a mantenere una determinata superficie di pascolo nelle loro aziende. Nel caso in cui la percentuale nazionale/regionale di pascolo permanente diminuisce in modo significativo, lo Stato membro interessato deve adottare misure rivolte alle aziende, ad esempio obbligando gli agricoltori a mantenere (o nel peggiore dei casi a ripristinare) la parte di pascolo permanente esistente nelle loro aziende. In un recente lavoro sull'efficacia della Norma di Condizionalità sul carico di bestiame in Italia, Sepe *et al.* (2011) hanno sottolineato come le misure adottate dal Consiglio europeo mirano ad evitare, ad esempio, una riconversione massiccia in seminativi. In pascoli di alta montagna la variazione spaziale della pressione di pascolo causata dalla dispersione eterogenea del bestiame contribuisce alla creazione di un mosaico di vegetazione caratterizzata da elevata biodiversità floristica e di invertebrati, che sono vitali per il mantenimento di numerose funzioni dell'ecosistema (Dumont *et al.*, 2007). Un uso scorretto del pascolo può compromettere l'equilibrio del suo complesso sistema. In particolare, da un punto di vista prettamente zootecnico, il sovraccarico o il sottocarico possono portare ad importanti conseguenze: i) diminuzione della produttività e degrado qualitativo del cotico erboso, che può compromettere, per il futuro, il recupero delle stesse risorse degradate; ii) un rilevante aumento della biomassa necrotica, ossia composta da materiale vegetale non utilizzato e secco, che riduce la penetrazione della luce solare negli strati inferiori del tappeto erboso, operando una pressione negativa a discapito della biodiversità vegetale, con la riduzione nel lungo periodo del numero di specie erbacee nel cotico erboso; iii) sopravvento di specie non appetite dagli animali e causa di degrado del cotico erboso; successione secondaria nel lungo periodo, con la scomparsa del pascolo a causa del sopravvento di specie dapprima erbacee di degrado, poi cespugliose quindi arboree. Infine, è essenziale anche l'avvicendamento delle specie animali che vi pascolano. Infatti, come da più autori dimostrato, le specie pascolano in modo diverso, non solo per la quantità di biomassa asportata, ma anche per la modalità di brucatura e la pressione che esercitano sul suolo per unità di superficie (Potenza e Fedele, 2011). Il carico ad ettaro previsto dalla Normativa viene espresso in UBA/ha, equivalente a 6,7 pecore adulte, che non provocano sul pascolo gli stessi effetti di 1 bovino adulto. Il declino della biodiversità nei prati-pascoli può portare ad una perdita nel funzionamento di produzione e/o assorbimento dei nutrienti (ed altri cicli bio-geochimici). Quando l'attività di pascolo è gestita con criteri razionali è in grado di svolgere un ruolo importante nella conservazione della biodiversità, consentendo il mantenimento di questi habitat a rischio di impoverimento (Bornard *et al.*, 1996).

Per gli aspetti legati al suolo, nessun parametro, anche considerato isolatamente, è in grado di caratterizzare lo stato di un ecosistema agricolo, ma il contenuto di sostanza organica di un terreno (SO) è cor-

relato con molti aspetti della produttività, della sostenibilità e dell'integrità ambientale (Smith *et al.*, 2000). In linea generale il contenuto di sostanza organica del terreno è correlato positivamente con uno stato positivo del terreno ed esercita una notevole influenza sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del terreno, sul funzionamento dell'ecosistema e sull'entità dei vari processi che vi avvengono. Si deve poi considerare che il contenuto di sostanza organica varia tra i diversi ambienti ed i sistemi di gestione del suolo. Generalmente, aumenta con precipitazioni medie annuali più elevate (Burke *et al.*, 1989) e temperature annuali inferiori (Jenny, 1980), con maggiori contenuti di argilla (Nichols, 1984), con una densità di pascolamento intermedia (Parton *et al.*, 1987; Schnabel *et al.*, 2001), con maggiori input di residui colturali (Franzluebbers *et al.*, 1998), con la vegetazione naturale rispetto ai seminativi e alle colture legnose agrarie (Burke *et al.*, 1989; Francaviglia *et al.*, 2014), con le lavorazioni conservative rispetto all'aratura tradizionale (Rasmussen and Collins, 1991; Farina *et al.*, 2011). In particolare, Conant e Paustian (2002) riportano che il carbonio organico del suolo può diminuire a causa dei minori input derivanti dalla riduzione della produzione primaria netta causata dal sovrapascolamento. Anche Soussana e Lemaire (2014) affermano che a basse densità di pascolamento si ha un miglioramento del ciclo dell'azoto e della produttività primaria netta, che porta ad un aumento del sequestro del carbonio rispetto a densità di pascolamento più elevate. Di conseguenza, le variazioni di gestione del pascolo in grado di invertire il processo di declino della produttività possono portare all'aumento del carbonio organico nel suolo. Inoltre, sia il carbonio organico del suolo sia quello della biomassa microbica risultano più elevati in un pascolo protetto dal pascolamento rispetto a seminativi e a pascoli con sovrapascolamento (An *et al.*, 2009). Al momento attuale, non esistono però dati che confrontano l'effetto della densità di pascolamento sul carbonio organico e sui parametri della fertilità biologica nello stesso sito di monitoraggio. Sotto l'aspetto economico, per aderire allo standard l'allevatore che deve adeguare il carico di bestiame può dover diminuire il



Figura 1. Localizzazione delle aziende di monitoraggio CREA - ZOE e AAM.

numero di capi oppure, a parità di capi, aumentare la superficie da utilizzare a pascolo. Il differenziale di competitività mira a confrontare in termini economici la convenienza di un sistema di produzione rispetto ad un altro cambiando il valore di alcuni parametri, considerando le voci di spesa dell'impresa agricola.

È stato condotto un monitoraggio sui parametri pedologici, botanici, zootecnici ed economici per tre annate agrarie (2012-2014), il cui obiettivo è stato verificare, in due casi studio del sistema di allevamento ovino al pascolo, l'efficacia della Norma 4.6 della Condizionalità, mettendo a confronto i due limiti dello Standard con una ipotesi di sovraccarico (6 UBA).

Materiali e metodi

Sono state utilizzate due aziende afferenti al CREA, monitorate come due casi-studio rappresentativi, dell'allevamento ovino al pascolo: l'Appennino meridionale e la Pianura sarda, senza ambizione di generalizzazione del sistema italiano (Figura 1).

Le aziende e i carichi animali

Appennino meridionale. Azienda CREA-ZOE. Li Foy (Comune di Potenza), nord-ovest della regione Basilicata (40°37' N, 15°42' E; 1230 m s.l.m.), inserita nell'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica Mediterranea (IT9210215). Il terreno è di origine vulcanica con segni di antichi fenomeni alluvionali, ha una tessitura franco-argillosa ed è profondo. L'area a pascolo naturale permanente è utilizzata da ovicaprini oltre 25 anni. Sono state utilizzate tre parcelle, cui sono stati applicati tre differenti carichi di bestiame: 0,2 UBA/ha (F1), 19.000 m²; 4 UBA/ha (F2), 7200 m²; 6 UBA/ha (CF), 10.000 m² (diviso in due semiparchetti). Sono state utilizzate pecore di razza Gentile in asciutta o gravide, in gruppi omogenei per età e peso. La stagione di pascolamento è iniziata a maggio ed è terminata ad agosto nel 2012, mentre nel 2013 e 2014 si è conclusa a settembre. Gli animali sono stati condotti al pascolo per circa 8 ore/giorno, con riparo notturno in stalla (modello di pascolo continuo). Esaurita la biomassa disponibile al pascolo (CF), è stato distribuito fieno polifita aziendale e mangime.

Pianura sarda. Azienda convenzionata con CREA-AAM. Comune di Arbus (VS), in località Baratzu, zona sub-pianeggiante della regione Sardegna sud-orientale (39°30' N, 8°36' E, 200 m s.l.m.). Il terreno ha una tessitura franco-sabbioso-argillosa ed è mediamente profondo. L'area a pascolo permanente è impiegata da oltre dieci anni con pecore da latte di razza Sarda. In questa area sono stati individuati tre parchetti, cui sono stati applicati i tre medesimi carichi di bestiame: 0,2 UBA/ha (F1), 15.000 m²; 4 UBA/ha (F2), 3.000 m²; 6 UBA/ha (CF), 2.500 m². Nei parchetti sono stati realizzati dei ripari e il bestiame è stato lasciato al pascolo h 24. La stagione di pascolamento è iniziata a dicembre 2012 e si è conclusa a dicembre 2013, con una sola interruzione di tre mesi (marzo/maggio 2013) a causa dell'eccesso di ristagno in campo per le piogge insistenti. L'alimentazione delle pecore della parcella F1 è consistita esclusivamente dal pascolo mentre nelle parcella F2 e CF dopo qualche mese, a causa dell'esaurimento dell'erba, è stata integrata da fieno di erba medica e concentrati.

Sostanza organica e fertilità biologica del suolo

Comunemente il contenuto di sostanza organica (SO) viene determinato indirettamente moltiplicando la concentrazione del carbonio organico del suolo (TOC) per il coefficiente di conversione di Van Bemmelen (1,724) riportato da Jackson (1965), che si basa sull'assunto che la sostanza organica del suolo contenga il 58% di carbonio. Nel presente lavoro si farà pertanto riferimento al carbonio organico del suolo.

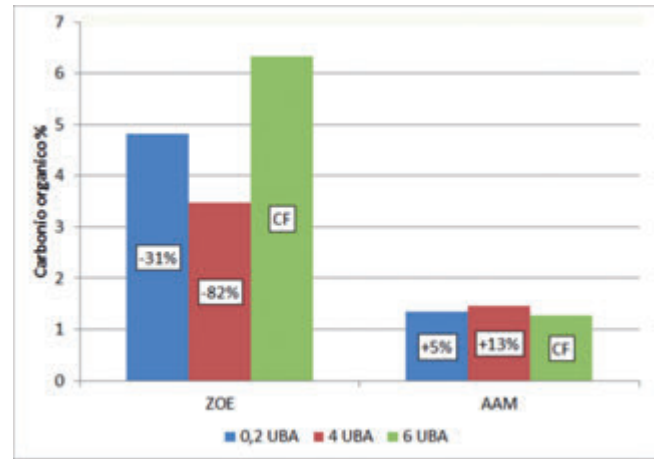


Figura 2. Carbonio organico del suolo nei due siti di monitoraggio (0-20 cm).

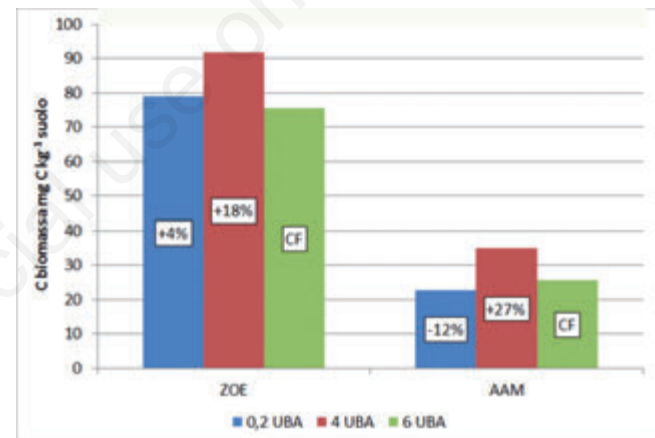


Figura 3. Carbonio della biomassa microbica del suolo nei due siti di monitoraggio (0-20 cm).

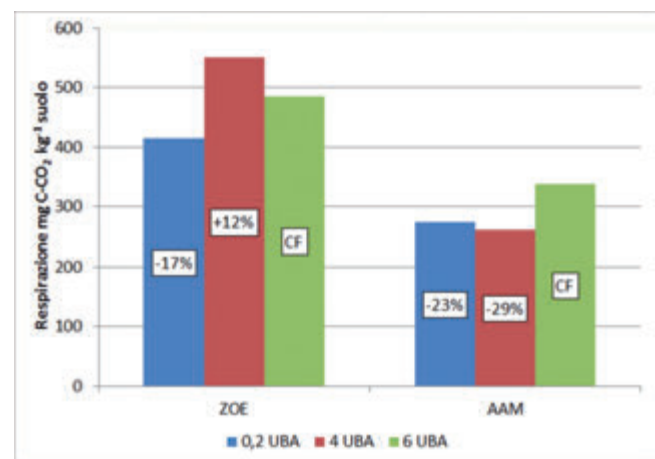


Figura 4. Respirazione cumulativa del suolo nei due siti di monitoraggio (0-20 cm).

La fertilità biologica è stata studiata mediante il calcolo di un indice sintetico (IBF) che permette una valutazione comparativa delle tesi studiate sulla base di parametri analitici determinati in condizioni standard di laboratorio (Benedetti *et al.*, 2006; Benedetti e Mocali, 2008; Francaviglia *et al.*, 2015). In particolare si considerano 6 parametri chiave: sostanza organica totale (SO), biomassa microbica (Cmic) (Vance *et al.*, 1987), respirazione basale (Cbas) e respirazione cumulativa (Ccum) (Isermeyer, 1952), quoziente metabolico (qCO₂) dato da (Cbas/Cmic)/24*100 (Anderson and Domsch, 1990; 1993), quoziente di mineralizzazione (qM) espresso come Ccum/TOC*100 (Dommergues, 1960).

Azienda CREA-ZOE (montagna). Come momento zero della prova sono stati considerati i campionamenti eseguiti nel 2010 nell'ambito di un precedente progetto MiPAAF (EFFICOND); il prelievo di fine prova (tre repliche per ciascun parchetto) è stato eseguito alla fine del 2014. I campionamenti di suolo sono stati effettuati a due diverse profondità (0-20 cm e 20-40 cm).

Azienda convenzionata CREA-AAM (pianura). All'inizio e alla fine della stagione di pascolamento sono stati effettuati i campionamenti di suolo (tre repliche per ciascun parchetto) a due diverse profondità 0-20 cm e 20-40 cm. Il prelievo di fine prova è stato effettuato alla fine del 2014.

Monitoraggio biodiversità floristica

I rilievi floristici sono stati eseguiti tramite stima visiva delle famiglie presenti e suddivise in Graminacee, Leguminose, Altre, piante appetibili e non appetibili, specie spinose, specie cespugliose (espresse in % di copertura), percentuale di erba secca (fieno in piedi) e di suolo nudo (Sepe *et al.*, 2015). È stato, inoltre, effettuato il riconoscimento varietale delle specie entro e fuori area omogenea: Compositae, Boraginaceae, Dipsacaceae, Euphorbiaceae, Iridaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae e Umbelliferae nell'ambito delle Altre.

Azienda CREA-ZOE. Nei parchetti sono state individuate 2 o 3 aree omogenee (tre in F1 e CF, due per F2) e in ciascuna di esse è stata acquisita un'area di 1 x 1 m, individuata agli spigoli da 4 paletti in legno e aperta, per consentire il regolare pascolamento da parte degli animali sotto monitoraggio e operare in condizioni prossime alla realtà. Sono stati effettuati mensilmente i rilievi di composizione floristica e di produzione di sostanza secca (S.S.). Sono stati prelevati campioni di erba per l'analisi qualitativa.

Azienda CREA-AAM. Ciascun parchetto è stato suddiviso in aree omogenee (3 in F1, 1 in F2 e CF) e su ciascuna di esse sono state ricavate due aree di esclusione dal pascolo di 1 m² di ampiezza; sono state rilevate la composizione vegetazionale e la produzione. I rilievi delle componenti vegetazionali sono stati eseguiti ad inizio e fine stagione di pascolo.

Produzione di biomassa e qualità dell'erba

La produzione di S.S./ha è stata valutata tramite sfalcio della vegetazione presente in un'area delimitata da quadrato di metallo, con dimensioni 1 x 1 m, in aree attigue alle aree omogenee, nei giorni di rilievo (Sepe *et al.*, 2015); un campione di 400-600 g è stato posto in stufa ventilata a 60°C fino a raggiungimento del peso costante, per la determinazione della SS; la produzione di SS/ha è stata calcolata applicando la percentuale rinvenuta alla biomassa prodotta in 1 m². È stato ricavato un sub-campione vegetale per le seguenti determinazioni qualitative: Proteina Grezza (PG), Estratto Etereo (EE), Ceneri (AOAC, 1990), Fibra Grezza (FG) (Martillotti *et al.*, 1987) e delle sue frazioni Fibra Neutro Detersa (NDF), Fibra Acido Detersa (ADF), Lignina (ADL) (Van Soest *et al.*, 1991) (Ankom 200 Fiber Analyzer - ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA).

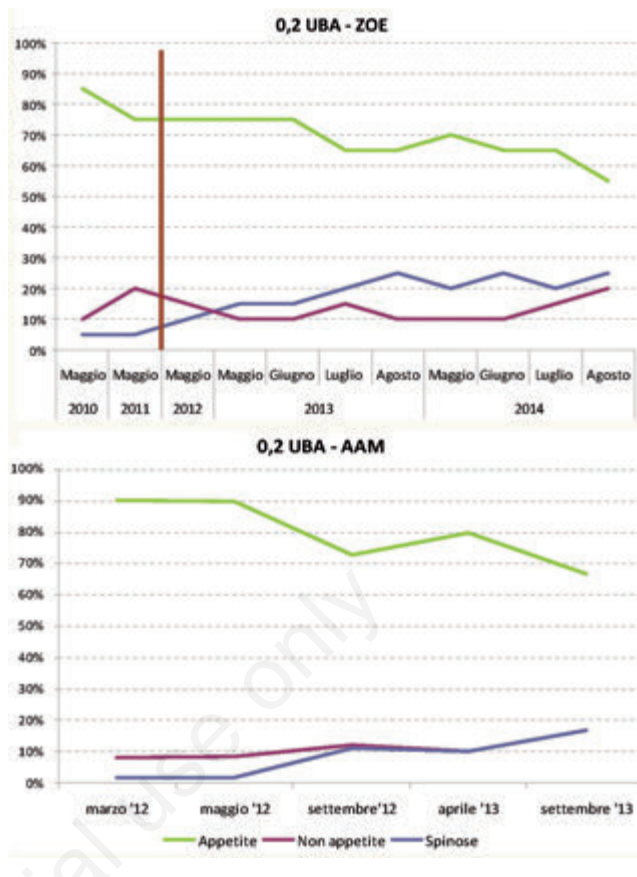


Figura 5. Andamento della composizione floristica nel tempo nella parcella con carico 0,2 UBA, az. ZOE, Li Foy (a) e AAM, in Arbus (b).

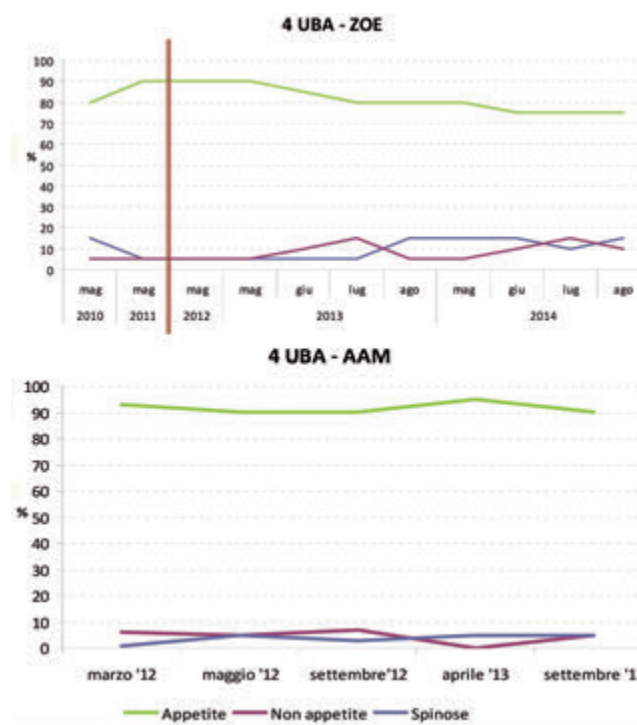


Figura 6. Andamento della composizione floristica nella parcella con densità 4 UBA/ha az. ZOE, Li Foy (a) e AAM, in Arbus (b).

Monitoraggio degli animali

Ad inizio e fine stagione di pascolamento delle tre annate è stato rilevato il peso vivo e valutato lo stato corporeo col metodo del Body Condition Score (BCS) (Fedele, 1996). È stato registrato il peso della lana tosata (operazione eseguita a luglio).

Differenziale di competitività

Per calcolare il differenziale di competitività sono stati presi in considerazione i costi diretti e indiretti dall'allevatore per adeguare il carico di bestiame ovino nei limiti della norma, escludendo l'ipotesi della riduzione del numero di capi. È stato ipotizzato il caso di non adesione con densità 6 UBA ha⁻¹ anno⁻¹: per ridurre il carico a 4 UBA ha⁻¹ anno⁻¹ la superficie a pascolo dovrà aumentare di 1,5 volte, invece per ridurlo a 0,2 UBA ha⁻¹ anno⁻¹ la superficie dovrà aumentare di 30 volte. Per ogni ipotesi considerata l'allevatore deve integrare l'alimentazione tramite pascolamento, con fieno di origine extra aziendale acquistato sul mercato al prezzo medio di 0,14 € kg⁻¹. Riducendo il carico da 6 a 4 UBA ha⁻¹ anno⁻¹, poiché aumenta la disponibilità di erba da pascolo, si riduce anche il fabbisogno annuale di fieno. Nel caso di riduzione da 6 a 0,2 UBA ha⁻¹ anno⁻¹ tale integrazione sarà ancora inferiore poiché la disponibilità di pascolo sarà nettamente maggiore. In questo contesto, sono state considerate tre tipologie di pascolo per qualità pabulare (ricco, medio e povero), in funzione delle quali sono stati stimati differenti fabbisogni di fieno (Tabella 1). Per quanto riguarda l'integrazione con mangime, è stato considerato un consumo pro capite annuo costante in entrambi i casi, e pari a 40 kg capo⁻¹, al costo di 0,31 € kg⁻¹, somministrato in 100 giorni durante l'anno (fine gestazione, allattamento e preparazione alla monta). Nel calcolo del differenziale di competitività non sono stati considerati tutti gli elementi di costo (maggiori tempi morti dovuti agli spostamenti degli animali nel caso di pascolo su grandi superfici, ecc.).

Il canone di affitto varia considerevolmente se si tratta di terreni pubblici (demanziali) o privati. A volte vengono concessi a titolo gratuito (zero canone), altre volte a titolo oneroso, con costo variabile: la "fida pascolo" per le terre pubbliche varia mediamente da 30 a 50 € ha⁻¹ anno⁻¹, anche in funzione della qualità del pascolo. Nel caso di terreni privati c'è una forte incertezza nella determinazione del canone, che può variare da zero (concessione gratuita in cambio dell'azione di controllo della flora spontanea e fertilizzazione del terreno), fino ad importi 3-4 volte superiori a quelli della fida pascolo. Il canone viene corrisposto in denaro o in natura (formaggio, agnello-capretto, ecc.). Per tale motivo nel computo dei costi è stato considerato uno scenario di simulazione con un range che va da 0 a 150 € ha⁻¹anno⁻¹.

Il differenziale di competitività è stato calcolato in funzione della differenza tra il totale dei costi di alimentazione e canone di affitto sostenuti nei due casi di adesione allo standard (4 UBA ha⁻¹ anno⁻¹ e 0,2 UBA ha⁻¹ anno⁻¹), rispetto al totale degli stessi costi calcolati in caso di non adesione allo standard (6 UBA ha⁻¹ anno⁻¹). I valori <0 in Tabella 2 indicano che esiste un vantaggio economico nel passare dal regime di non adesione a quello di adesione allo standard, mentre valori >0 indicano una perdita economica determinata dall'aumento dei costi.

Tabella 1. Consumo e costo dell'integrazione extraazienda di fieno in relazione alle tipologie di pascolo.

Qualità del pascolo	Consumo di fieno kg anno ⁻¹ capo ⁻¹			Costo annuale fieno € anno ⁻¹ capo ⁻¹		
	6 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹	4 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹	0,2 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹	6 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹	4 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹	0,2 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹
Ricco	710	648	297	99	91	42
Medio	947	864	396	133	121	55
Povero	1065	972	446	149	136	62

Risultati e Discussione

Sostanza organica e fertilità biologica del suolo

Azienda CREA-ZOE. Alla fine del monitoraggio il contenuto di carbonio organico del suolo è stato pari a 4,82, 3,48 e 6,33% rispettivamente nelle parcelle con carico 0,2, 4 e 6 UBA. L'efficacia dei due carichi F (0,2 e 4 UBA) rispetto al carico CF (6 UBA), espressa come (F-CF)/F*100, è stata negativa e pari a -31% e -82% rispettivamente (Figura 2). Il minore contenuto di carbonio organico del suolo nella parcella con carico di 4 UBA può essere spiegato dalla diversa composizione granulometrica. Infatti, nonostante la tessitura fosse sempre franco-argillosa, la parcella 4 UBA ha mostrato un contenuto di limo più basso del 12-15%, mentre quello di sabbia era maggiore di circa il 9%. Pertanto, in queste condizioni la sostanza organica del suolo è risultata meno protetta dai processi di stabilizzazione chimica mediati dalla frazione limo+argilla, che esprimono la capacità di un suolo di conservare il carbonio organico tramite l'associazione con le particelle di limo e argilla. Inoltre, con minori contenuti di limo e argilla diminuisce anche la formazione di

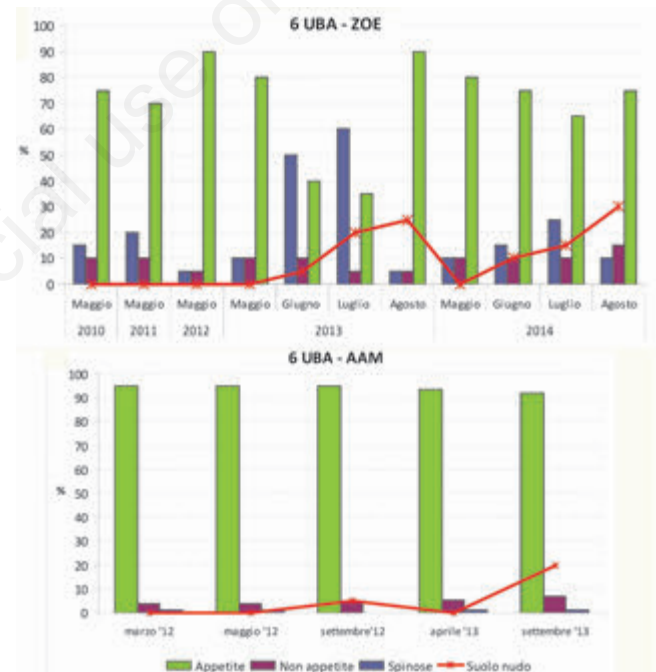


Figura 7. Andamento della composizione floristica e suolo nudo nella parcella con densità 6 UBA/ha az. ZOE a Li Foy (a) e AAM, in Arbus (b).

aggregati nel suolo che proteggono fisicamente il carbonio formando barriere fisiche tra i microrganismi e i loro substrati (Six *et al.*, 2002). Tra i parametri che compongono l'indice di fertilità biologica (IBF), determinati sui prelievi del 2013, il carbonio della biomassa microbica (Cmic) e la respirazione cumulativa (Ccum) sono indicatori di una più elevata attività microbica del suolo nella parcella con carico 4 UBA. Infatti, l'efficacia dei due trattamenti fattuali rispetto al controfattuale è stata +4 e +18% per il Cmic (Figura 3), -17 e +12% per la respirazione cumulativa (Figura 4).

Azienda CREA-AAM. Alla fine del monitoraggio il contenuto di carbonio organico del suolo è stato pari a 1,34, 1,46 e 1,28% rispettivamente nelle parcelle con carico 0,2, 4 e 6 UBA. L'efficacia dei due carichi F (0,2 e 4 UBA) rispetto al carico CF (6 UBA), espressa come $(F-CF)/F \cdot 100$, è stata pari a +5 e +13% rispettivamente (Figura 2). Tra i parametri della fertilità biologica, soltanto il carbonio della biomassa microbica Cmic è stato indice di una migliore qualità del suolo nella parcella con carico di bestiame di 4 UBA, con un'efficacia positiva pari al 27% (Figura 3).

I dati delle due aziende confermano parzialmente quanto riportato nell'introduzione, infatti i carichi 0,2 e 4 UBA/ha non sono stati in grado di conservare il contenuto di carbonio organico nello strato superficiale di suolo. Con carichi di bestiame elevati (6 UBA) si avrebbero maggiori apporti organici da parte degli animali al pascolo che, nel caso dell'azienda del CREA-ZOE, sembrano in grado di sopperire ai minori input di residui vegetali causati dalla degradazione del cotico erboso. Probabilmente, per la tipologia degli animali utilizzata durante il monitoraggio (ovini), il carico di 6 UBA potrebbe non rappresentare una condizione di sovrapascolamento per il parametro carbonio organico del suolo. Per quanto riguarda la fertilità biologica, la parcella con carico di 4 UBA ha presentato valori migliori rispetto al carico di 6 UBA, soprattutto in termini di carbonio della biomassa microbica del suolo. Dato il breve periodo di monitoraggio non si possono, comunque, avanzare giudizi definitivi sullo Standard per questo parametro.

Biodiversità floristica

I risultati sono presentati come confronto nelle due aziende nell'ambito di ciascun carico animale.

Parcella F1 (0,2 UBA/ha). Dal grafico (Figura 5a) si può osservare per l'azienda ZOE un andamento decrescente nel tempo della percentuale di specie Appetite rispetto alle Non appetite e alle Spinose, che crescono proporzionalmente. La presenza dell'85% ca. delle Appetite è riferita ad un precedente periodo, quando la parcella era pascolata da capre con carico di 2,4 UBA/ha/anno (ottimale per le potenzialità del pascolo). Fra le Non appetite, domina il ranuncolo (*Ranunculus bulbosus*, specie da ristagno), solo a inizio stagione di pascolamento. Fra le specie spinose, i cardi sono aumentati da rari esemplari fino a >20%; inoltre, l'azione blanda di pascolamento dei tre capi ovini ha determinato l'instaurarsi del fenomeno della successione secondaria: aumento della presenza di biancospino e di *Ononis spinosa*, fino al 20-25% a fine monitoraggio. La biomassa necrotica (erba secca e alta, detta tecnicamente "fieno in piedi"), inutilizzata dalle pecore negli anni precedenti, a inizio pascolamento (maggio) è passata dal 30% nel 2012 al 40% nel 2014. Similmente, nell'azienda AAM è stata osservata una progressiva diminuzione delle specie appetibili nella parcella F 1 (Figura 5b). Le specie appetite, in misura preponderante all'inizio del monitoraggio (90-95%), sono diminuite fino a raggiungere quasi il 60% delle specie vegetali presenti. Il rapporto tra graminacee e leguminose (di circa 70/30) all'interno delle specie appetibili si è mantenuto costante. Per contro, sia le specie non appetibili sia le spinose sono cresciute, in percentuale, notevolmente fino a quasi il 20% per entrambe. Tra le specie non appetibili la maggiormente presente è stata l'*Asphodelus* L., tra le spinose i cardi *Silybum marianum* e *Cynara cardunculus var. sylvestris*.

Parcella F2 (4 UBA/ha). La situazione di partenza (maggio 2012)

nell'azienda ZOE è il risultato del pascolamento di capi ovini con 2,1 UBA/ha (Figura 6a). La maggioranza di specie appetite (30% sia per graminacee, leguminose e altre) lasciava a meno del 5% le specie Spinose (cardi) e 5% le Non appetite (felci), localizzate per lo più al bordo. Dopo il primo periodo, la percentuale di Non appetite e Spinose ha mostrato una generale stabilità, assestandosi sul 10 e 15% rispettivamente. Simile andamento è stato registrato nell'azienda AAM (Figura 6b), infatti sia le specie appetibili, sia le non appetibili e le spinose non hanno subito variazioni nella loro percentuale di presenza nei due anni di osservazione. Le specie appetibili, sempre presenti intorno al 90-95%, erano composte all'inizio del monitoraggio da Graminacee, Leguminose e Altre specie in rapporto di 75/5/20. A fine monitoraggio tale rapporto è cambiato in 65/25/10, quindi con un notevole aumento delle specie leguminose a discapito soprattutto delle Altre. Come nella parcella a pascolo con un carico di 0,2 UBA/ha, cardi e asfodeli erano le specie maggiormente presenti tra le spinose e le non appetibili rispettivamente.

Parcella CF (6 UBA/ha). Le parcelle a densità 6 UBA hanno mostrato la medesima tendenza alla diminuzione delle Appetite e all'aumento della percentuale di suolo nudo al termine del monitoraggio. Infatti nell'azienda di ZOE (Figura 7a) è stato osservato un drastico calo delle specie appetite in estate (luglio e agosto), quando la disponibilità di biomassa è scesa praticamente a zero, mentre nell'azienda AAM la parcella ha mostrato un leggero decremento delle specie appetibili nel secondo anno, pur rimanendo pressoché costante la presenza di specie spinose e non appetibili (Figura 7b).

Fra le specie Non appetite dominava l'asfodelo, che a inizio monitoraggio occupava non più del 5% della superficie, mentre a fine monitoraggio era aumentato fino al 15%, anche se consumato negli apici floreali e allo stato secco. Il rapporto tra Graminacee, Leguminose e Altre, relativo a maggio di primo e ultimo anno di monitoraggio, passa da 40/20/40 a 35/40/25, con una evidente diminuzione della biodiversità. La percentuale di leguminose presenti nel pascolo è variata dal 20% a inizio monitoraggio (*Medicago polymorfa* e *Trifolium subterraneum*) al 15% (solo *Trifolium subterraneum*). Anche la presenza di graminacee è diminuita (dal 75 al 60%) con la scomparsa dal pascolo del *Bromus hordeaceus*. A fine monitoraggio, la percentuale di suolo nudo, ossia senza copertura vegetale, ha mostrato un incremento significativo, attestandosi al 30% per ZOE e al 20% per AAM, corrispondente al trend di diminuzione delle specie appetibili. La diminuzione percentuale delle specie appetite nella parcella con densità 0,2 UBA, a vantaggio delle non appetite e spinose e l'aumento della percentuale di biomassa necrotica (fieno in piedi) sono sintomi di under-grazing, ossia di sottoutilizzazione del pascolo, che porta a degrado dell'habitat, in quanto soffoca il ricaccio di specie appetite. Il carico basso, sia a causa del

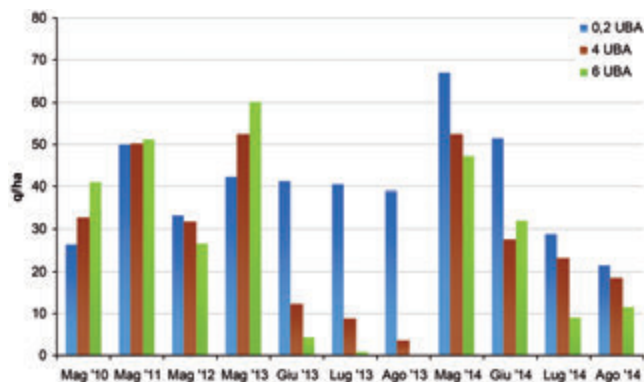


Figura 8. Produzione di biomassa (q Sostanza Secca/ha) nell'azienda ZOE a Li Foy.

minore calpestio, sia per la minore ingestione totale del gregge e del tipo di selezione effettuata dalle pecore, nel corso di due-tre anni di monitoraggio ha portato ad uno sviluppo delle specie non appetibili e spinose. Ulteriore conferma dell'importanza della specie animale al pascolo, oltre che dell'habitat floristico e pedologico. In condizioni omologhe, il ricorso a sfalci di rinettamento, effettuati nel rispetto delle fasi fenologiche della flora e fisiologiche della fauna selvatica, è ritenuto strettamente indispensabile. Nel caso del carico 4 UBA la risposta, simile nei due casi-studio, è espressione di efficacia del limite, infatti l'habitat non presenta segnali di deterioramento floristico. Nel caso della densità 6 UBA, i risultati confermano la vasta bibliografia sui danni del sovraccarico: aumento della percentuale di suolo nudo a fine stagione, classico effetto della condizione di over-grazing (sovrapascolamento). L'elevato carico animale, infatti, ha causato la perdita di copertura vegetale sia per il maggiore calpestio, ma soprattutto per l'elevata richiesta alimentare del gregge, cioè di ingestione di biomassa. Lo stato di degrado floristico è stato, inoltre, aggravato dall'aumento di cardi e asfodeli, specie di degrado del pascolo.

Produzione di biomassa

I dati di produzione di sostanza secca della biomassa hanno mostrato un andamento irregolare, dovuto a molteplici fattori.

Nell'azienda ZOE, mettendo a confronto le tre parcelle (Figura 8), possiamo osservare che solo nella parcella 0,2 UBA la biomassa non scende mai sotto i 20 q/ha, mentre nella 6 UBA la biomassa praticamente si azzerava ad agosto 2013. Nel terzo anno di monitoraggio (2014) la produzione nella parcella 0,2 UBA aumenta, ma si tratta soprattutto di erba secca rimasta inutilizzata dall'anno precedente, e abbattuta al suolo dalle precipitazioni nevose. Tale massa ha influito negativamente sul ricaccio di specie appetite, come le leguminose e le Altre, per competizione di spazio e di luce.

Nell'azienda AAM i dati di produzione di sostanza secca del pascolo nei due anni di monitoraggio hanno evidenziato un crollo delle produzioni nella parcella sovrapascolata nel secondo anno (da circa 6 a meno di 3 tonnellate/ha), a causa dell'eccessivo utilizzo del pascolo l'anno precedente che non ha permesso alla vegetazione di produrre seme a sufficienza per rigenerare il cotico erboso nell'anno successivo. Sia il carico 0,2 sia il 4 UBA/ha, invece, non hanno inciso sulla variazione di produzione nei due anni di monitoraggio, avendo avuto solo un leggero decremento non significativo della produzione dal primo al secondo anno (Figura 9).

Qualità dell'erba al pascolo

I risultati (campioni prelevati presso l'azienda ZOE) (Figura 10) mostrano una diminuzione non significativa del contenuto in proteina grezza nella parcella 4 UBA e un andamento irregolare in quella 6 UBA. Mentre il contenuto in fibra grezza appare strettamente legato all'andamento climatico, più esplicito è risultato il variare del contenuto in lignina, che si è mantenuto pressoché costante nella parcella 4 UBA ed è significativamente aumentato nelle altre due parcelle, sintomo rispettivamente di sottocarico e sovraccarico.

Monitoraggio degli animali

Nell'azienda ZOE le variazioni di peso, fisiologiche, hanno seguito un andamento crescente fino a luglio, momento della tosatura, contrariamente rispetto all'azienda AAM, dove il primo anno di monitoraggio il gruppo di pecore da 0,2 UBA ha tenuto un peso pressoché costante da inizio a fine monitoraggio, mentre nel secondo anno si è avuto un leggero incremento del peso degli animali (circa 2 kg/capo). In questa stessa azienda gli animali della parcella F2 (4 UBA) hanno mostrato un incremento di peso in entrambi gli anni di monitoraggio (2,8 e 3,9 kg/capo rispettivamente). Nella parcella CF (6 UBA) il peso degli animali ha subito un decremento costante durante il primo anno, fino ad

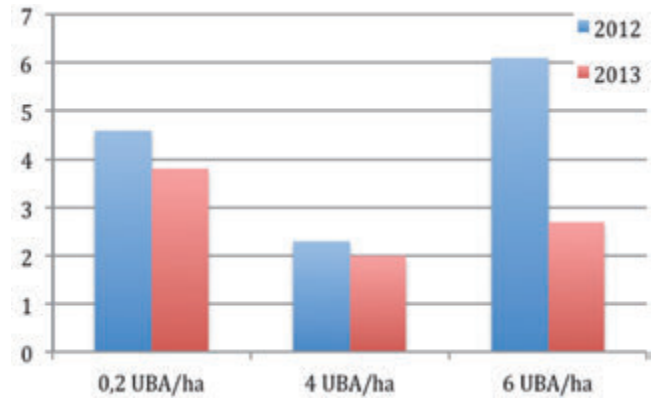


Figura 9. Produzione di biomassa (t Sostanza Secca/ha) nell'azienda AAM in agro Arbus.

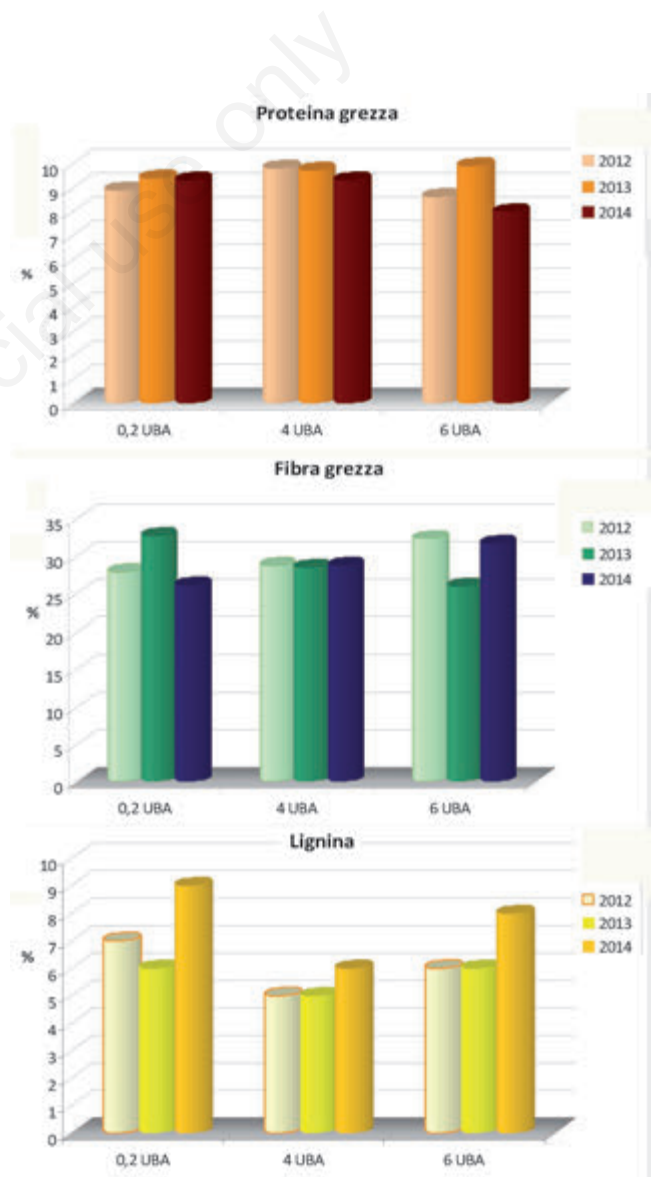


Figura 10. Contenuto in proteina grezza, fibra grezza e lignina (fibra non digeribile) nel corso del monitoraggio presso l'azienda ZOE.

arrivare a oltre 4 kg/capo, mentre nel secondo anno il peso degli animali si è mantenuto costante. Il BCS ha mostrato un andamento simile nei gruppi delle parcelle F1 nei due casi studio, con una tendenza alla diminuzione a fine stagione di pascolamento (0,25 punti). Complessivamente non ha subito variazioni significative da inizio a fine monitoraggio nella parcella F2; nella parcella CF ha mostrato valori costanti il primo anno (2,75 - 2,85), mentre nell'ultimo anno ha presentato un leggero decremento nell'azienda ZOE (0,25 punti) ma un leggero incremento (0,25 punti) nell'azienda AAM.

Differenziale di competitività

I valori negativi indicano che esiste un vantaggio economico nel passare dal regime di non adesione a quello di adesione allo standard, mentre valori positivi indicano una perdita economica determinata dall'aumento dei costi. Dall'esame dei dati mostrati in Tabella 2, il cui andamento è rappresentato nella Figura 11, si evidenzia che riducendo il carico di bestiame da 6 a 4 UBA ha⁻¹ anno⁻¹ i valori assumono sempre un segno negativo, sia per le variazioni del canone che per le tre tipologie di qualità di pascolo. Infatti, nella condizione di 4 UBA ha⁻¹ anno⁻¹, l'andamento delle linee che rappresentano le tre tipologie di pascolo, mostrano variazioni estremamente limitate sia all'aumentare del canone, sia all'aumentare della qualità del pascolo, range complessivo che varia da -13,02 € anno⁻¹ capo⁻¹ (pascolo povero e canone 0) a -6,80 € anno⁻¹ capo⁻¹ (pascolo ricco a canone 150 € ha⁻¹ anno⁻¹). L'adesione agli impegni di questo limite dello standard determina sempre un vantaggio economico anche se di modesta entità. Invece, riducendo il carico di bestiame da 6 a 0,2 UBA ha⁻¹ anno⁻¹, il grafico mostra una più ampia variazione del differenziale di competitività che passa da valori negativi a valori positivi. In questo caso sia l'influenza della variazione del canone sia quella della qualità del pascolo sono più accentuate rispetto ai casi precedenti. La convenienza ad aderire agli impegni di condizionalità si verifica, in riferimento ai parametri adottati nella presente simulazione, per valori di canone inferiori a circa 80, 110 e 120 € ha⁻¹ anno⁻¹ rispettivamente per pascoli ricchi, medi e poveri. Pertanto, in base alle ipotesi fatte, con costi di canone superiori a questi valori si verifica una perdita di competitività economica, la cui quantificazione

è rilevabile dai dati in Tabella 2 (perdita di competitività fino a 51 € anno⁻¹ capo⁻¹ per pascoli ricchi, a 32 € anno⁻¹ capo⁻¹ per pascoli medi e a 22 € anno⁻¹ capo⁻¹ per quelli poveri).

Conclusioni

Il monitoraggio ha evidenziato risultati contrastanti di efficacia dello Standard 4.6 fra analisi floristica e fitosociologica da un lato e dei parametri del carbonio organico e fertilità biologica del suolo dall'altro. Tali risultati portano ad escludere il parametro del carbonio organico come Indicatore primario di valutazione dello stato di mantenimento dell'habitat di un pascolo permanente. Il limite minimo di 0,2 UBA/ha non è

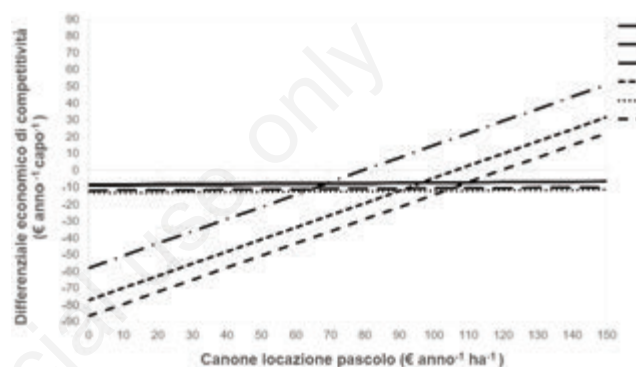


Figura 11. Andamento dei valori del differenziale di competitività per i due limiti dello standard riferiti al costo per singolo capo ovino (€ anno⁻¹ capo⁻¹), in funzione del canone d'affitto e dei tre livelli di qualità pascolativa dei terreni.

Tabella 2. Valori del differenziale di competitività per i due limiti dello standard riferiti al costo per singolo capo ovino (€ anno⁻¹ capo⁻¹) in funzione del canone d'affitto e dei tre livelli di qualità pabulare dei pascoli.

Canone di locazione del pascolo (€ ha ⁻¹ anno ⁻¹)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
	da 6 a 4 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹ in pascolo ricco	da 6 a 0,2 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹ in pascolo ricco	da 6 a 4 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹ in pascolo medio	da 6 a 0,2 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹ in pascolo medio	da 6 a 4 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹ in pascolo povero	da 6 a 0,2 UBA ha ⁻¹ anno ⁻¹ in pascolo povero
0	-8,68	-57,82	-11,57	-77,09	-13,02	-86,73
10	-8,55	-50,57	-11,45	-69,84	-12,90	-79,48
20	-8,43	-43,32	-11,32	-62,59	-12,77	-72,23
30	-8,30	-36,07	-11,20	-55,34	-12,65	-64,98
40	-8,18	-28,82	-11,07	-48,09	-12,52	-57,73
50	-8,05	-21,57	-10,95	-40,84	-12,40	-50,48
60	-7,93	-14,32	-10,82	-33,59	-12,27	-43,23
70	-7,80	-7,07	-10,70	-26,34	-12,15	-35,98
80	-7,68	0,18	-10,57	-19,09	-12,02	-28,73
90	-7,55	7,43	-10,45	-11,84	-11,90	-21,48
100	-7,43	14,68	-10,32	-4,59	-11,77	-14,23
110	-7,30	21,93	-10,20	2,66	-11,65	-6,98
120	-7,18	29,18	-10,07	9,91	-11,52	0,27
130	-7,05	36,43	-9,95	17,16	-11,40	7,52
140	-6,93	43,68	-9,82	24,41	-11,27	14,77
150	-6,80	50,93	-9,70	31,66	-11,15	22,02

UBA, Unità di Bestiame Adulto.

risultato efficace in entrambi i casi-studio di monitoraggio, che ha mostrato sintomi evidenti di sottocarico (under-grazing). Il limite massimo di 4 UBA/ha si è invece dimostrato efficace con riferimento alla maggior parte dei parametri analizzati (floristico, attività microbica ed economico). Tuttavia preme sottolineare che i casi monitorati rappresentano due realtà italiane, per nulla generalizzabili a livello nazionale, sia in termini di habitat (montagna, collina, pianura), sia di clima, sia di sistema al pascolo, avendo monitorato l'efficacia in un sistema di ovini al pascolo di tipo continuo. Ulteriori studi sono necessari da un lato per la valutazione dell'efficacia in sistemi misti (bovini, ovini, caprini al pascolo) e, dall'altro, l'individuazione di macroaree omogenee in cui vengano considerati la biomassa disponibile nel corso dell'anno, la biodiversità floristica e il sistema al pascolo.

Bibliografia

- An SS, Mentler A, Acosta-Martínez V, Blum WEH, 2009. Soil microbial parameters and stability of soil aggregate fractions under different grassland communities on the Loess Plateau, China. *Biologia* 64:424-427.
- Anderson TH, Domsch KH, 1990. Application of eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomass from soils of different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.* 10:251-255.
- Anderson TH, Domsch KH, 1993. The metabolic quotient for CO_2 (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 25:393-395.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Vol. 1, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Benedetti A, Dell'Abate MT, Mocali S, Pompili L, 2006. Indicatori microbiologici e biochimici della qualità del suolo. In: *ATLAS - Atlante di Indicatori della Qualità del Suolo*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico. Edizioni Delta Grafica, Città di Castello (PG), Italy.
- Benedetti A, Mocali S, 2008. Analisi a livello di suolo. In: *Indicatori di Biodiversità per la Sostenibilità in Agricoltura*. Linee guida, strumenti e metodi per la valutazione della qualità degli agroecosistemi. ISPRA, Report 47/2008.
- Bornard A, Cozic F, Brau-Nogue C, 1996. Diversité spécifique des végétations en alpage: influence des conditions écologiques et des pratiques. *Ecologie* 27:103-115.
- Burke IC, Yonker CM, Parton WJ, Cole CV, Flach K, Schimel DS, 1989. Texture, climate, and cultivation effects on soil organic matter content in US grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:800-805.
- Conant RT, Paustian K, 2002. Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochem. Cycles* 16:1143.
- Dommergues Y, 1960. La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans le sols. *Agronomie Tropicale* 15:54-60.
- Dumont B, Garel JP, Ginane C, Decuq F, Farruggia A, Pradel P, Rigolot C, Petit M, 2007. Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal* 1:1042-1052.
- Farina R, Seddaiu G, Orsini R, Steglich E, Roggero PP, Francaviglia R, 2011. Soil carbon dynamics and crop productivity as influenced by climate change in a rainfed cereal system under contrasting tillage using EPIC. *Soil Till. Res.* 112:36-46.
- Fedele V, 1996. L'alimentazione. In: R. Rubino (ed.) *L'allevamento caprino*. ASSONAPA, Roma, Italy, pp 79-83.
- Francaviglia R, Benedetti A, Doro L, Madrau S, Ledda L, 2014. Influence of land use on soil quality and stratification ratios under agro-silvo-pastoral Mediterranean management systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 183:86-92.
- Francaviglia R, Dell'Abate MT, Benedetti A, Mocali S, 2015. Metodologie per la determinazione dei parametri chimici, biochimici e microbiologici del suolo. Appendix to Technical report. *Ital. J. Agron.* 10(s1):695.
- Franzluebbers AJ, Hons FM, Zuberer DA, 1998. In situ and potential CO_2 evolution from a Fluventic Ustochrept in southcentral Texas as affected by tillage and cropping intensity. *Soil Till. Res.* 47, 303-308.
- Isermeyer, H. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Z. Pflanzenernah Bodenk.* 56:26-38.
- Jackson ML, 1965. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Jenny H, 1980. The soil resource: origin and behavior. *Ecological Studies* Vol. 37, Springer, New York.
- Martillotti F, Antongiovanni M, Rizzi L, Santi E, Bittante G, 1987. Metodi di analisi per gli alimenti d'impiego zootecnico. Quaderni metodologici n. 8, CNR-IPRA, Roma.
- Nichols JD. 1984. Relation of organic carbon to soil properties and climate in the southern Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:1382-1384.
- Parton WJ, Schimel DS, Cole CV, Ojima DS, 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels on grasslands. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1173-1179.
- Potenza C, Fedele V, 2011. Effectiveness of the GAEC cross-compliance standard protection of permanent pasture in relation to grazing and pasture conservation management in marginal mountain areas. *Ital. J. Agron.* 6(s1):e11.
- Rasmussen PE, Collins HP, 1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Adv. Agron.* 45:93-134.
- Schnabel, R.R., Franzluebbers, A.J., Stout, W.L., Sanderson, M.A., Stuedemann, J.A. 2001. The effects of pasture management practices. In: RF Follett, JM Kimble and R Lal (eds.). *The potential of US grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. Lewis Publ., Boca Raton, FL, USA, pp. 291-322.
- Sepe L, Claps S, Fedele V, 2011. Effectiveness of specific stocking rates to avoid habitat deterioration, applied in accordance to the Italian GAEC standard 4.6 (ex 4.1c) of cross compliance. *Ital. J. Agron.* 6(s1):e17.
- Sepe L, Salis M, Bruno A, Rufrano D, Carroni AM, Claps S, 2015. Environmental effectiveness of the cross compliance standard 4.6 'Minimum stocking rates and/or appropriate regimens'. Appendix to Technical report. *Ital. J. Agron.* 10(s1):715.
- Six J, Conant RT, Paul EA, Paustian K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant Soil* 241:155-176.
- Smith OH, Petersen GW, Needelman BA, 2000. Environmental indicators of agroecosystems. *Adv. Agron.* 69:75-97.
- Soussana JF, Lemaire G, 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 190:9-17.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis RA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Vance ED, Brookes PC, Jenkinson DS, 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19:703-707.

Non commercial use only