

Caredda, Salvatore; Fara, Gianfranco; Re, Giovanni Antonio; Porqueddu, Claudio; Sulas, Leonardo (1997) *Stima dei surplus di macronutrienti attraverso il metodo del bilancio apparente in sistemi foraggero-zootecnici ovini sardi*. Rivista di agronomia, Vol. 31 (2), p. 505-511. ISSN 0035-6034.

<http://eprints.uniss.it/4143/>

# Stima dei surplus di macronutrienti attraverso il metodo del bilancio apparente in sistemi foraggero-zootecnici ovis sardi <sup>(1)</sup>

Salvatore Caredda, Gianfranco Fara, Giovanni Re,  
Claudio Porqueddu e Leonardo Sulas <sup>(2)</sup>

## Riassunto

Su un campione di 20 aziende ovine da latte, rappresentativo della pianura nord-occidentale sarda, è stata condotta nel corso dell'annata 1993-94 un'indagine al fine di stimare i bilanci apparenti di azoto, fosforo e potassio secondo la metodologia proposta da Simon e Le Corre (1992). L'elaborazione dei dati relativi ai flussi di macronutrienti in entrata ed uscita dall'azienda, l'analisi delle caratteristiche fisico chimiche dei terreni su cui ricadono le aziende censite e l'esame critico delle pratiche colturali e zootecniche rilevate, ha consentito di chiarire attraverso quali meccanismi si generano i surplus degli elementi indagati.

È stata registrata un'ampia variabilità, nei rapporti fra le diverse colture all'interno delle aziende, delle tecniche agronomiche applicate, del carico mantenuto e dei livelli produttivi delle colture e degli animali.

Dal bilancio tra input ed output aziendali è risultato un surplus medio annuo di 67 kg ha<sup>-1</sup> per l'N, 53,8 kg ha<sup>-1</sup> per la P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,7 kg ha<sup>-1</sup> per il K<sub>2</sub>O. Il valore dell'efficienza d'uso per l'N e la P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> è risultato modesto e rispettivamente pari al 16,7 e 8,3% al contrario del K<sub>2</sub>O che ha fatto registrare l'82%.

Le eccedenze di azoto e fosforo osservate nelle aziende in esame si situano su valori medio-bassi quando confrontate con quelle registrate per altre tipologie e/o per altre regioni e risultano correlate alle relative voci in ingresso sotto forma di concimi minerali. Le buone dotazioni dei terreni per i suddetti nutrienti in numerose situazioni aziendali fanno pensare che sia possibile ridurre i surplus razionalizzando le concimazioni.

Nel complesso, il metodo del bilancio apparente, pur soggetto ad alcune semplificazioni dal punto di vista prettamente scientifico, si è dimostrato uno strumento utile nell'approfondimento dello studio delle tecniche agronomiche adottate a livello aziendale. Il metodo può consentire la valorizzazione delle informazioni raccolte dai tecnici appartenenti agli enti territoriali di assistenza in agricoltura, agevolandoli nell'individuazione di eventuali inefficienze del sistema foraggero-zootecnico e di scelte agro-ambientali alternative.

*Parole chiave:* allevamenti ovis da latte, surplus di azoto, surplus di fosforo, surplus di potassio.

## Summary

### ESTIMATION OF THE MACRONUTRIENT SURPLUS USING THE APPARENT BALANCE METHOD IN SARDINIAN DAIRY SHEEP FARMING SYSTEMS

A farm survey with the aim to estimate the nitrogen, phosphorus and potash apparent balance using the methodology proposed by Simon and Le Corre (1992) was carried out during 1993-1994 on 20 dairy sheep farms, representative of the farming systems widespread in the Sardinian N-W lowland.

The macronutrient inputs and outputs data elaboration at farm scale, the physical-chemical analysis on the soil characteristic of the area and the critical investigation of the crop and livestock practices applied, it has allowed to clarify the source of surplus generation.

High variability in the ratio of the crops among farms, agronomic techniques, stocking rate, crop and animal performances was observed.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito con il contributo del CNR, PF RAISA, sottoprogetto 1, pubblicazione RAISA n. 3035. Responsabile del Nucleo Monodisciplinare Prof. Pietro Bullitta. Responsabile dell'Unità di Ricerca Prof. Andrea Cavallero.

<sup>(2)</sup> Rispettivamente Professore associato di Produzione e Conservazione dei Foraggi presso l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università di Sassari il primo Autore, Borsista CNR il secondo Autore, Collaboratore esterno il terzo Autore e Ricercatore il quarto e quinto Autore presso il CNR Centro di Studio sui Pascoli Mediterranei di Sassari. Il lavoro è da attribuirsi agli Autori in parti uguali. Il secondo e terzo Autore hanno condotto i rilievi aziendali. Il quarto Autore ha effettuato l'elaborazione dei dati.

Average annual surplus, calculated as difference between inputs and outputs, were 67, 53,8 and 1,7 kg ha<sup>-1</sup> for N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectively. The efficiency for N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> use was low: 16,7 and 8,3% respectively while high for K<sub>2</sub>O reaching 82%.

Nutrient surplus in the surveyed dairy sheep farms are lower than that observed for other farming systems and/or regions and are related with mineral fertilizer applications. Therefore it is possible to reduce the surplus rationalizing fertilizer applications because of the sufficient content of nitrogen and phosphorus in several farm locations. The apparent balance method represents a useful tool to investigate the agronomic techniques used at farm scale however it presents some simplifications by a scientific point of view. This methodology could permit the valorization of the information collected by the agriculture extension service, helping the technicians to identify a correct farming system management.

*Key words:* dairy sheep farming systems, nitrogen surplus, phosphorus surplus, potash surplus.

## Introduzione

In agricoltura, lo studio dei rilasci dei macronutrienti, oltre a fornire una misura dell'impatto ambientale dei differenti sistemi colturali e zootecnici può portare ad una utilizzazione più razionale, anche dal punto di vista economico, dei fattori di produzione.

Gli elevati costi connessi al rilevamento diretto dei quantitativi di macronutrienti persi dalle superfici coltivate o riconducibili più direttamente all'attività zootecnica, rendono necessaria la valutazione di metodiche applicabili su scala aziendale ed in un ambito territoriale più ampio rispetto a quelle utilizzabili negli impianti sperimentali.

In Francia, sin dagli anni '70 (Coppenet, 1974; 1975), è stato applicato il metodo del bilancio apparente su varia scala, riferito all'azoto ma applicabile a tutti quegli elementi di cui si abbiano informazioni sufficientemente precise da poterne ricostruire i flussi in entrata ed in uscita dall'azienda.

Nelle proposizioni originali tale metodo è indirizzato ad essere impiegato dall'imprenditore agricolo per programmare in maniera più razionale la concimazione azotata, oppure, in un ambito tecnico e scientifico, per consentire la stima del potenziale inquinante delle colture (Simon et Le Corre, 1992). Recentemente, il metodo del bilancio apparente applicato a livello aziendale, è stato utilizzato da alcuni autori oltre che in Francia (Simon *et al.*, 1995) anche in Italia (Grignani, 1996; Argenti *et al.*, 1996) con risultati incoraggianti.

Il metodo permette di stimare agevolmente le quantità eccedentarie di nutrienti che restano all'interno dell'azienda (potenziale inquinante) senza analizzare gli ulteriori spostamenti e trasformazioni a cui possono andare incontro. Vengono quindi valutati solo gli ingressi e le uscite dell'elemento in esame senza verificare quello che avviene all'interno dell'unità di studio evitando di prendere in considerazione i flussi interni come è nel caso dei rimpieghi aziendali (foraggi, granella, concimi organici, deiezioni animali); nell'attivo del bilancio trova invece collocazione la stima dell'azoto simbiotico fissato dalle leguminose.

Come noto l'allevamento della pecora finalizzato alla produzione di latte costituisce, in Sardegna, una attività molto antica e diffusa; ne è testimonianza il numero di capi presenti (di poco inferiore ai 4 milioni) ed il fatto che esso costituisca, da sempre, parte preponderante dell'intera ovinicoltura nazionale (Cherchi Paba, 1974). Negli anni recenti l'areale di allevamento della pecora all'interno della regione si è ampliato in misura notevole, alla tradizionale allocazione in aree collinari e montane si è affiancata la progressiva traslazione delle greggi verso le zone di pianura, o comunque verso aree

più favorite (Benedetto *et al.*, 1995). La diffusione dell'irrigazione in queste aree tende a comportare una maggiore intensificazione del sistema foraggero-zootecnico, basato in asciutto tradizionalmente sull'impiego degli erbai e dei cereali autunno-primaverili (Sulas *et al.*, 1995), con l'introduzione del doppio ciclo colturale e delle foraggere prative.

Al fine di valutare l'impatto sull'ambiente e l'efficienza d'uso per i principali nutrienti (azoto, anidride fosforica e ossido di potassio) degli allevamenti ovini presenti nella pianura sarda, è stata condotta un'indagine su un gruppo di aziende utilizzando il metodo del bilancio apparente.

## Materiali e metodi

Nel territorio pianeggiante della Nurra (Sardegna Nord-occidentale) è stata condotta nel corso dell'annata 1993-94, un'analisi su un campione di 20 aziende ovine rappresentative della tipologia di gran lunga prevalente, indirizzata alla produzione del latte e collegata spesso alla cerealicoltura estensiva.

La raccolta dei dati è stata eseguita direttamente presso le aziende tramite intervista dei conduttori. La mancanza di registri aziendali e di un sistematico criterio contabile ha richiesto la predisposizione di schede specifiche inerenti la struttura generale dell'azienda, le colture e le pratiche agronomiche eseguite, l'allevamento e l'alimentazione del bestiame.

I bilanci sono stati calcolati secondo lo schema proposto da Simon e Le Corre (l.c.) in modo tale da quantificare i flussi in entrata ed in uscita dall'azienda di azoto, anidride fosforica, e ossido di potassio; dalla stima sono stati esclusi i rimpieghi aziendali. Tra le entrate sono stati considerati gli acquisti di fertilizzanti, di mangimi concentrati, di foraggi e l'azotofissazione. Le uscite hanno riguardato le vendite di prodotti animali (latte, carne e lana) e di prodotti vegetali (granella e fieno).

Le percentuali di N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O dei concimi sono state ricavate dalle indicazioni riportate dalle ditte produttrici sulle confezioni. Per quanto riguarda i foraggi, la granella e i mangimi si è fatto riferimento a valori riportati in letteratura (Simon *et al.*, l.c.; Grignani, l.c.). Per i prodotti di origine animale i flussi sono stati calcolati utilizzando valori derivanti in parte da esperienze condotte nell'ambiente della Nurra presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna di Bonassi (SS) ed in parte tratti dalla letteratura (INRA, 1988; MAF, ISZ, 1989; Ligios *et al.*, 1995; Orr *et al.*, 1995).

Una voce importante nell'attivo del bilancio è rappresentata dall'azotofissazione. Nelle aziende ovine da

latte sarde le leguminose sono infatti utilizzate sia nella costituzione di miscugli per erbai in consociazione con le graminacee, sia come base (trifoglio sotterraneo in special modo) per l'impianto di pascoli artificiali. Inoltre è diffusa la presenza del prato di erba medica o di trifoglio bianco su una quota della superficie aziendale irrigata.

In mancanza di dati di azotofissazione ricavati sperimentalmente nelle zone in esame, sono stati utilizzati dei valori impiegati da Grignani (l.c.) nell'area padana e stimati in 200 kg ha<sup>-1</sup> per l'erba medica e 40 kg ha<sup>-1</sup> per le consociazioni di trifoglio e graminacee. I valori cui si è fatto riferimento sono stati ritenuti accettabili per l'ambiente sardo e paragonabili a quelli rilevati da altri autori in ambiente mediterraneo (Florenzano, 1983; Gault *et al.*, 1995).

L'acquisizione dei dati aziendali è stata integrata da un'analisi sulle caratteristiche fisico-chimiche di terreni prelevando ed analizzando un totale di 120 campioni di suolo (strato 0-40 cm).

In ciascuna azienda sono state infatti individuate tre postazioni di prelievo di campioni, corrispondenti alle tre colture rappresentative dell'ordinamento aziendale; per ciascuna postazione sono stati quindi prelevati e analizzati campioni di terreno da due siti distinti.

## Risultati

I dati aziendali hanno presentato una elevata variabilità in termini di rapporti tra le colture all'inter-

no delle aziende, carico mantenuto e livelli produttivi delle colture e degli animali (tab. 1). Difatti tra il tipo di aziende tradizionali asciutte, basate su un'equa ripartizione della superficie fra pascoli, erbai e cereali autunno-primaverili, e le aziende più intensive, parzialmente irrigate, in cui è presente il doppio ciclo colturale e una maggiore superficie ad erbai autunno-primaverili, esiste una gamma di situazioni intermedie che risulta difficile da inquadrare in tipologie a se stanti. Nella gran parte dei casi il sistema foraggero-zootecnico è risultato collegato con la produzione di cereali.

La dimensione aziendale media è risultata di 100 ha di cui appena il 7% irrigata nell'annata considerata. In generale il grado di intensificazione è risultato modesto ed il carico sempre al di sotto di 1 UBA ha<sup>-1</sup> (corrispondente a 10 capi ovini ha<sup>-1</sup>). Una quota consistente della superficie aziendale è rappresentata da cereali ed erbai autunno-primaverili, circa un terzo della superficie totale è destinato a pascoli avvicendati ed il pascolo naturale è confinato solo nelle aree non meccanizzabili. La maggior parte degli alimenti destinati a soddisfare le esigenze nutritive del gregge viene prodotta in azienda.

Le foraggere prative avvicendate, rappresentate da erba medica e trifoglio bianco, risultano più diffuse nelle aziende di minori dimensioni. Il medicaio viene gestito come prato pascolo consentendo sia l'utilizzazione diretta degli animali che la produzione di scorte a fieno mentre il trifoglio bianco viene esclusivamente pascolato.

TABELLA 1 - Caratteristiche principali del campione di aziende esaminate.

TABLE 1 - Main characteristics of the recorded farm sample.

Azienda	SAU tot. (ha)	SAU irrigata (%)	Cereali vernini (%)	Erbai vernini (%)	Prati di erba medica o trif. bianco (%)	Altri seminativi (%)	Pascoli naturali e avvicendati (%)	Carico capi ha <sup>-1</sup> (n.)	Produzione latte (kg ha <sup>-1</sup> )	Produzione carne (kg ha <sup>-1</sup> )
1	42	9,5	0,0	28,6	9,5	0,0	61,9	4,3	643	101
2	53	7,5	12,3	17,9	5,7	1,9	62,3	3,7	566	63
3	155	0,0	22,6	25,8	0,0	0,0	51,6	3,5	710	73
4	60	6,7	3,3	0,0	3,3	3,3	90,0	3,1	400	48
5	41	0,0	17,1	80,5	0,0	0,0	2,4	7,1	1098	145
6	360	0,0	2,8	38,9	0,0	0,0	58,3	4,8	472	95
7	119	0,0	27,7	47,1	0,0	0,0	25,2	3,8	294	70
8	25	16,0	0,0	60,0	16,0	0,0	16,1	9,6	1080	185
9	37	27,0	10,8	54,1	10,8	16,2	8,1	7,6	946	143
10	80	8,8	0,0	91,3	6,3	2,5	0,0	6,6	750	119
11	116	1,7	22,4	21,6	1,7	0,0	54,7	2,7	388	54
12	80	6,9	11,9	0,0	3,1	3,8	81,3	5,2	625	93
13	183	0,0	69,9	30,1	0,0	0,0	0,0	4,7	437	81
14	170	7,6	32,4	11,8	7,6	0,0	48,2	1,6	308	30
15	104	18,3	16,3	61,5	9,6	8,7	3,8	4,3	798	77
16	38	2,6	18,4	52,6	2,6	0,0	26,3	4,2	592	72
17	17	0,0	0,0	94,1	0,0	0,0	5,9	9,1	1647	169
18	64	0,0	10,9	20,3	0,0	0,0	68,8	5,9	969	99
19	39	7,7	25,6	59,0	3,8	3,8	7,7	4,7	1026	202
20	171	11,4	76,6	8,2	3,2	8,2	3,8	2,4	444	46
$\bar{X}$	98	6,6	19,1	40,2	4,2	2,4	33,8	4,9	710	98
d.s.	79	7,2	20,5	27,8	4,4	4,1	29,5	2,1	330	47
Min.	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	294	30
Max.	360	27,0	76,6	94,1	16,0	16,2	90,0	9,6	1647	202

TABELLA 2 - Risultati del bilancio apparente per le 20 aziende ovine da latte campione (valori medi:  $\bar{X}$ ; deviazione standard: *d.s.*).

TABLE 2 - Results of the apparent balance for the sample of 20 dairy sheep farms (mean values:  $\bar{X}$ ; standard deviation: *d.s.*).

	kg N ha <sup>-1</sup> $\bar{X}$	<i>d.s.</i>	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> $\bar{X}$	<i>d.s.</i>	kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> $\bar{X}$	<i>d.s.</i>
<b>Entrate (E)</b>						
Fertilizzanti	53,8	34,9	54,5	32,6	1,0	2,1
Mangimi e foraggi	11,4	14,8	4,2	5,8	8,7	14,7
N-fissazione	16,1	10,8				
Totale entrate	81,3	43,5	58,7	34,7	9,7	14,6
<b>Uscite (U)</b>						
Produzioni animali	10,1	4,6	4,2	2,0	6,6	3,1
Produzioni vegetali	3,5	5,5	0,7	1,3	1,4	2,4
Totale uscite	13,6	6,6	4,9	2,0	8,0	3,5
<b>Surplus (E-U)</b>	<b>67,7</b>	<b>39,4</b>	<b>53,8</b>	<b>33,2</b>	<b>1,7</b>	<b>14,2</b>
Efficienza aziendale	16,7		8,3		82,0	

I livelli medi della produzione di latte e carne per capo e per unità di superficie sono risultati notevolmente variabili e comunque più elevati rispetto alle medie regionali.

Il numero di coefficienti di correlazione statisticamente significativi tra le principali caratteristiche aziendali è risultato modesto, a testimonianza della variabilità esistente tra le aziende. In particolare è emerso che, all'aumentare degli erbai ed al diminuire dell'incidenza aziendale del pascolo, aumenta il carico animale e conseguentemente la produzione per ettaro di latte e carne, mentre non è risultata alcuna relazione tra carico e produzione per capo.

Le entrate totali di azoto sono risultate in media pari a 81,3 kg ha<sup>-1</sup> e principalmente legate all'impiego dei concimi minerali (tab. 2). La modesta incidenza dei mangimi e foraggi di provenienza extra aziendale, appare da mettere in relazione all'elevato grado di autosufficienza per tali voci. Difatti sia gli erbai che i cereali autunno-primaverili (orzo, frumento duro e avena) vengono utilizzati dagli animali nel periodo autunnale ed invernale e successivamente riservati dal pascolamento per produrre rispettivamente fieno o granella. L'azotofissazione incide anch'essa per una quota piuttosto contenuta. In tutte le aziende analizzate viene adottata la rimonta interna e risulta trascurabile la frazione di N che è immessa nel sistema con l'acquisto di animali.

Le uscite totali di azoto sono risultate in valore assoluto molto modeste e costituite essenzialmente dal latte (10 kg ha<sup>-1</sup> di N). Nella produzione di carne, la voce più rappresentativa è data infatti, nell'allevamento della razza ovina sarda, dalla produzione dell'agnello da latte che viene venduto ad un peso vivo di circa 10 kg raggiunto all'età di 30 giorni.

Dal bilancio tra input ed output aziendali, è risultato un surplus annuo di N di 67 kg ha<sup>-1</sup>; solo 6 aziende hanno fatto registrare valori superiori ai 100 kg ha<sup>-1</sup> con una punta massima di 140 kg ha<sup>-1</sup>.

Il valore dell'efficienza aziendale nell'utilizzazione dell'azoto (output N/input N) risulta modesto e in media del 16,7%. Solo tre aziende hanno presentato

un'efficienza decisamente più elevata e prossima al 50%.

Per quanto riguarda il fosforo, gli apporti si sono attestati sul valore medio di 54,5 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; il 93% delle entrate è rappresentato dai concimi e la quota restante dai mangimi e foraggi. I valori di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in uscita sono risultati modestissimi, dovuti anch'essi essenzialmente alle produzioni animali, per cui il surplus si è avvicinato unitariamente a quello azotato ma con un'efficienza aziendale ancor più bassa (8,3%).

La situazione del potassio si discosta da quella vista per l'azoto e il fosforo in quanto l'apporto di questo elemento con i concimi è estremamente limitato. I terreni del comprensorio risultano difatti in genere ben dotati di questo elemento (tab. 3). Solo in alcune aziende in cui era presente la coltura del mais da granella è stato apportato potassio tramite l'impiego di concimi ternari. Le entrate nel complesso hanno ammontato ad appena 9,7 kg ha<sup>-1</sup> di K<sub>2</sub>O di cui il 90% proveniente dai mangimi e foraggi. Le uscite sono state ugualmente contenute per cui il surplus è risultato di appena 1,7 kg ha<sup>-1</sup> con un'elevata efficienza aziendale pari all'82%.

In tabella 4 sono riportati i coefficienti di correlazione significativi (per  $p \leq 0,05$ ) tra alcuni parametri aziendali e flussi di nutrienti e le relazioni tra flussi stessi. Il carico e la percentuale di erbai sono risultati correlati positivamente con le entrate di azoto, anidride fosforica e con i loro relativi surplus; nessuna relazione è invece stata riscontrata con le entrate ed i surplus di ossido di potassio.

Analizzando le relazioni tra carico animale ed eccedenze di nutrienti, per quanto riguarda l'azoto ed il fosforo si nota che nelle aziende dove il carico animale è relativamente basso, la variabilità del surplus è elevata (fig. 1). Il parametro carico animale risulta poco predittivo nel caso dell'azoto ( $R^2 = 0,56$ ) e ancor di meno per il fosforo per il quale solo il 30% della variabilità del surplus può essere spiegata dal valore del carico animale.

È inoltre emersa una relazione positiva tra l'ampiezza delle superfici investite a prati di leguminose irrigui

TABELLA 3 - Caratteristiche fisiche e chimiche dei terreni delle aziende campione.

TABLE 3 - Physical and chemical soil characteristics of the farm sample.

		$\bar{X}$	d.s.	Range
Scheletro totale	%	20,4	14,9	3,4 ÷ 44,2
Scheletro $\varnothing > 10$ mm	%	11,6	9,8	1,6 ÷ 30,8
Scheletro $\varnothing$ da 5-10 mm	%	5,0	3,5	0,8 ÷ 9,5
Scheletro $\varnothing$ da 2-5 mm	%	3,8	2,3	1,0 ÷ 7,8
Terra fina	%	79,6	15,4	53,4 ÷ 96,6
Sabbia	%	58,0	8,5	41,3 ÷ 66,8
Limo	%	22,9	6,0	15,2 ÷ 32,9
Argilla	%	19,1	8,1	10,7 ÷ 37,1
pH		6,7	0,8	5,8 ÷ 7,7
CSC	meq/100 g di suolo	18,0	6,2	9,9 ÷ 30,8
CaCO <sub>3</sub> tot.	%	4,6	5,7	1,0 ÷ 15,5
N <sub>2</sub> tot. (Kjeldhal)	‰	1,5	0,5	0,6 ÷ 2,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. (Bray Kurtz)	ppm	45,6	22,6	13,1 ÷ 84,5
K <sub>2</sub> O ass. (fotometro a fiamma)	ppm	356,0	220,0	101,9 ÷ 863,3

TABELLA 4 - Relazioni emerse tra caratteristiche aziendali e flussi di nutrienti. Vengono riportati i coefficienti di correlazione risultati significativi ( $P \leq 0,05$ ).

TABLE 4 - Relationship among farm characteristics and nutrient fluxes. Significant correlation coefficients ( $P \leq 0.05$ ) are reported.

	Carico (capi ha <sup>-1</sup> )	Erbai (% SAU)	Prati (% SAU)	Pascoli (% SAU)	Latte (kg ha <sup>-1</sup> )	Carne (kg ha <sup>-1</sup> )	Flussi di azoto o fosforo o potassio			
							entrate			uscite
							Fertilizzanti (kg ha <sup>-1</sup> )	Mangimi (kg ha <sup>-1</sup> )	Totali (kg ha <sup>-1</sup> )	Totali (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Flussi di azoto (kg N ha<sup>-1</sup>)</b>										
Entrate fertilizzanti	0,51	0,54	0,52	-0,78	0,47	0,44	1	—	—	—
Entrate mangimi	0,69	0,53	—	—	0,77	0,53	—	1	—	—
Entrate N-fissazione	—	0,64	—	—	—	0,44	—	—	—	—
Entrate totali	0,74	0,78	—	0,77	0,71	0,65	0,91	0,44	1	—
Uscite prod. animali	0,89	0,72	—	—	0,98	0,91	—	—	0,56	—
Uscite prod. vegetali	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uscite totali	0,44	—	—	0,54	0,57	0,49	—	0,73	0,67	1
Surplus	0,75	0,80	—	-0,77	0,68	0,63	0,87	0,47	0,99	0,57
<b>Flussi di fosforo (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>										
Entrate fertilizzanti	0,46	0,61	0,45	-0,65	0,59	0,48	1	—	—	—
Entrate mangimi	0,68	0,57	—	—	0,76	0,53	—	1	—	—
Entrate totali	0,55	0,67	—	-0,65	0,68	0,54	0,99	—	1	—
Uscite prod. animali	0,87	0,72	—	-0,44	0,96	0,94	—	—	—	0,80
Uscite prod. vegetali	-0,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uscite totali	0,55	0,58	—	-0,61	0,79	0,73	—	—	—	1
Surplus	0,54	0,69	—	-0,64	0,67	0,52	0,99	—	0,99	0,72
<b>Flussi di potassio (kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>)</b>										
Entrate fertilizzanti	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Entrate mangimi	0,55	0,47	—	—	0,69	—	—	1	—	—
Entrate totali	0,50	—	—	—	0,67	—	—	0,99	1	—
Uscite prod. animali	0,87	0,72	—	0,46	0,92	0,98	—	—	—	0,74
Uscite prod. vegetali	-0,48	—	—	—	—	—	—	—	—	0,52
Uscite totali	—	0,48	—	0,58	0,65	0,73	—	—	—	1
Surplus	—	—	—	—	0,52	—	—	0,95	0,97	—

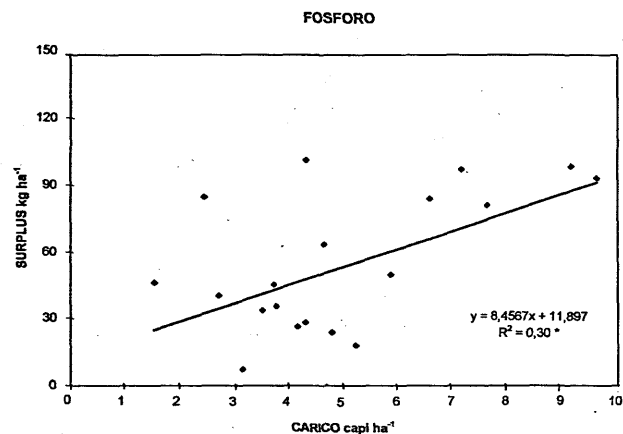
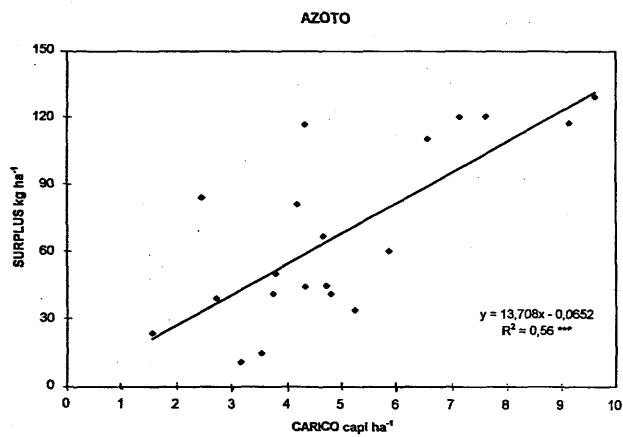


Fig. 1 - Relazione tra carico animale e surplus di azoto e anidride fosforica.

Fig. 1 - Relationship between stocking rate and N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> surplus.

e concimazione azotata, mettendo in luce la non sempre corretta gestione di tali colture che spesso ricevono dosi di azoto addirittura superiori a quelle dei cereali e degli erbai autunno-primaverili (tab. 4). Al contrario esiste una relazione inversa tra incidenza percentuale dei pascoli e fertilizzazione azotata. Per tutti e tre i macronutrienti le uscite con le produzioni animali sono strettamente correlate con l'entità del carico e delle superfici investite ad erbai.

Le produzioni di carne e di latte per unità di superficie risultano maggiormente associate alle entrate di mangimi rispetto a quelle di fertilizzanti. Ugualmente positiva è la relazione tra le produzioni unitarie ed i livelli di surplus, mentre sono risultate in generale trascurabili le relazioni esistenti con le produzioni per capo.

In figura 2 sono riportate le relazioni tra surplus di azoto e fosforo e le voci in ingresso sotto forma di concimi minerali. Le regressioni lineari risultano significative e delineano la possibilità di predire con sufficienti margini di sicurezza le eccedenze in N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in funzione dei quantitativi di concimi impiegati. Le entrate di azoto e fosforo come mangimi e foraggi risultano invece poco (N) o per niente (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) correlate con i relativi surplus. Al contrario del potassio per il quale, mancando quasi totalmente gli apporti da fertilizzanti, gli input derivanti dall'impiego di

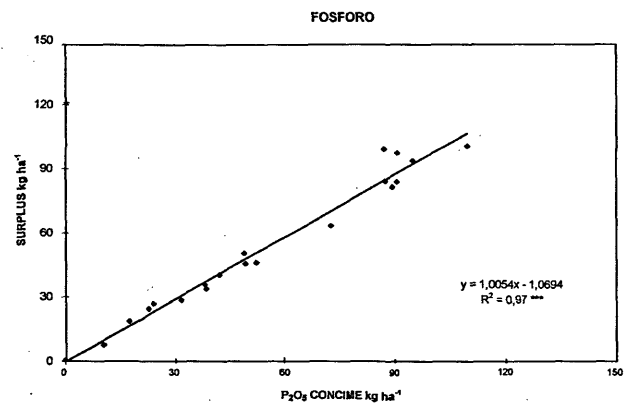
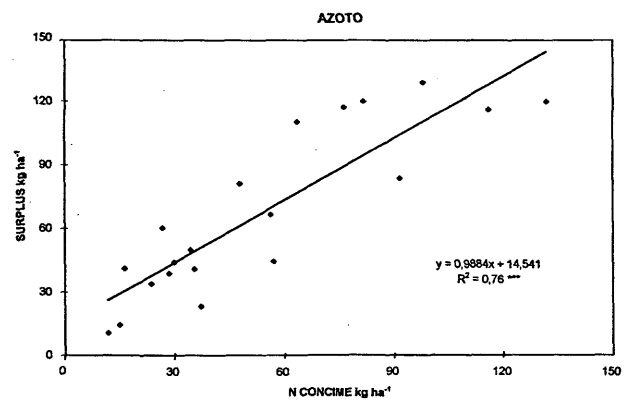


Fig. 2 - Relazione tra quantità di azoto e anidride fosforica acquistati come concimi e surplus degli stessi.

Fig. 2 - Relationship between fertilizer input of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and their surplus.

mangimi spiegano gran parte della esigua eccedenza (R = 0,95).

Buoni contenuti medi in N totale e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilabile associati ad un discreto valore di CSC, derivanti tuttavia da un'ampia variabilità tra le situazioni aziendali esaminate, evidenziano che in molti casi le dosi di concime somministrato possono essere ottimizzate.

## Conclusioni

I risultati dell'indagine riguardanti i surplus di macronutrienti permettono di considerare i sistemi foraggero-zootecnici ovisi da latte diffusi nel comprensorio della Nurra come estensivi, soprattutto quando comparati con i valori registrati in altre aree geografiche del nostro paese e dell'Europa settentrionale (Simon e Le Corre, l.c.). Per quanto riguarda l'N, anche nei casi di maggiore surplus, che peraltro sono limitati ad una quota modesta di realtà aziendali, non vengono mai raggiunti valori tipici di sistemi intensivi o semintensivi. Il valore medio stimato di 68 kg N ha<sup>-1</sup> risulta decisamente più basso rispetto a quelli registrati da Grignani (l.c.) in Pianura Padana per le aziende specializzate nella produzione di latte bovino e quelle specializzate nella produzione di carne bovina che raggiungono valori prossimi ai 300 kg ha<sup>-1</sup>. Le eccedenze di azoto riscontrate

nelle aziende ovine sarde rappresentano difatti appena il 50% di quelle registrate per le tipologie estensive padane di allevamenti da carne di razza Piemontese e si attestano su valori del tutto simili a quelli stimati da Argenti *et al.* (l.c.) per le aziende bovine e ovine da latte toscane della Comunità Montana del Mugello.

Pur tenendo in considerazione la mobilità dell'azoto che rende difficile fornire un commento univoco circa il potenziale inquinante dei dati rilevati, di fronte ad aziende caratterizzate da così modeste entità di surplus, in generale si può affermare che il rischio ambientale per questo elemento nel territorio considerato è abbastanza contenuto. In molti casi tuttavia l'impatto della fertilizzazione azotata potrebbe essere ulteriormente ridotto modificando le tecniche e le modalità di concimazione, in particolare della medica e del trifoglio bianco.

Le eccedenze di fosforo ( $54 \text{ kg ha}^{-1}$ ) osservate nelle aziende ovine sarde si situano su valori medio-bassi e intermedi tra quelli delle aziende astensive padane, prossimi agli  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  (Grignani, l.c.), e quelli delle aziende appenniniche, sempre al di sotto dei  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  (Argenti, *et al.*, l.c.).

Nel caso del fosforo, così come si è visto per l'azoto, appare possibile ridurre i surplus attraverso la razionalizzazione delle concimazioni al fine di migliorare contemporaneamente anche i bassi valori di efficienza di trasformazione.

Per quanto riguarda il potassio, le eccedenze risultano modestissime al punto da potersi considerare trascurabili in quanto prive di significato pratico.

Il metodo del bilancio apparente si è dimostrato nel caso specifico, uno strumento utile, pur nei limiti di alcune semplificazioni dal punto di vista prettamente scientifico, all'approfondimento dello studio delle tecniche agronomiche adottate a livello aziendale e per connettere il lavoro del ricercatore alla realtà produttiva. Il metodo appare permettere la valorizzazione della notevole mole di informazioni che vengono raccolte dai tecnici degli enti territoriali di assistenza in agricoltura, agevolandoli nell'individuare eventuali inefficienze del sistema foraggero-zootecnico e proporre ai conduttori scelte agro-ambientali alternative. Ciò è particolarmente importante in questa fase di profondo cambiamento negli obiettivi della politica agraria e che vede, anche in Sardegna, un numero crescente di aziende orientarsi verso produzioni biologiche sotto la spinta di incentivi regionali e comunitari.

La precisione del metodo necessita di essere migliorata soprattutto per quanto riguarda la quantità di azoto fissata dalle leguminose in ambiente mediterraneo che per alcune specie da pascolo, quali il trifoglio sotterraneo, potrebbe risultare sottostimata (Sanford *et al.*, 1995). Un altro aspetto da tenere in considerazione è che la variabilità interannuale, tipica dell'ambiente mediterraneo, può comportare profonde variazioni nella gestione aziendale e nei risultati produttivi da un anno all'altro con dirette conseguenze sui bilanci dei nutrienti (es. ampliamento o riduzione delle superfici irrigate in funzione delle disponibilità idriche a livello comprensoriale), questo rende indispensabile un monitoraggio più ampio nel tempo perchè si possano trarre delle conclusioni esaustive.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Nicola Fois dell'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna di Olmedo (Sassari), la Dott.ssa Irene Sussarellu, il p.a. Daniele Dettori per la collaborazione prestata e tutti gli imprenditori agricoli che si sono resi disponibili per il buon esito dell'indagine.

Ricevuto il 25.6.1996

## Bibliografia

- ARGENTI, G., PARDINI, A., SABATINI, S., TALAMUCCI, P., 1996. *Rapporti tra tipologie d'allevamento ed eccessi di azoto e fosforo stimati attraverso il metodo del bilancio apparente in aziende del Mugello*. Riv. di Agron., 30, 4, 547-554.
- BENEDETTO, G., FURESI, R., NUvoli, F., 1995. *La fileria lattiero-casearia*. In Idda, L. (ed.): *Agroalimentare in Sardegna*. Quaderno RAISA N.2421.
- COPPENET, M., 1974. *L'épandage du lisier de porcherie. Ses conséquences agronomiques*. Annales agronomiques, 25, 403-423.
- COPPENET, M., 1975. *Bilan des éléments fertilisants sue les exploitations d'élevage*. Fourrages, 62, 119-132.
- CERCHI PABA, F., 1974. *Evoluzione storica dell'attività industriale, agricola, caccia e pesca in Sardegna*. Ed. Stocchiero, Vicenza.
- FLORENZANO, G., 1983. *Fondamenti di microbiologia del terreno*. REDA edizioni per l'agricoltura, 334-335.
- GAULT, R.R., PEOPLES, M.B., TURNER, G.L., LILLEY, D.L., BROCKWELL, J., BERGESEN, F.J. 1995. *Nitrogen fixation by irrigated lucerne during the first three years after establishment*. Aust. J. Agric. Res., 46, 1401-1425.
- GRIGNANI, C., 1996. *Influenza della tipologia di allevamento e dell'ordinamento colturale sul bilancio di elementi nutritivi di aziende padane*. Riv. di Agron., 30, Suppl. 3, 414-422.
- INRA, 1988. *Alimentation des bovins & caprins*. Ed. INRA, Paris 1988.
- LIGIOS, S., MOLLE, G., CASU, S., NUvoli, G., 1995. *Validation de la méthode de l'eau lourde pour estimer la composition corporelle des brebis au paturage*. Options Méditerranéennes. Serie A Seminaires, 27, 75-84.
- MAF, ISZ, 1989. *Composizione chimica e valore nutritivo di mangimi semplici*. A cura di Martillotti F., Bartocci, S., Verna, M., Malossini, F.
- ORR, R.J., PENNING, P.D., PEARSON, A.J., CHAMPION, R.A., 1995. *Herbage intake and N excretion by sheep grazing monocultures or a mixture of a grass and white clover*. Grass and Forage Science, 50, 31-40.
- SANFORD, P., PATE, J.S., UNKOVICH, J., THOMPSON, A.N., 1995. *Nitrogen fixation in grazed and ungrazed subterranean clover pasture in south-west Australia assessed by the N natural abundance technique*. Aust. J. Agric. Res., 46, 1427-1443.
- SIMON, J.C., LE CORRE, L., 1992. *Le bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation agricole: méthodologie, exemples de résultats*. Fourrages, 129, 79-94.
- SIMON, J.C., (ed.) 1992. *L'exploitations herbagères de Basse-Normandie et l'environnement*. APEX, 50 p, Avril 1995.
- SULAS, L., PORQUEDDU, C., ROGGERO, P.P., CAREDDA, S., LIGIOS, S., 1995. *Validità agronomica e sostenibilità di un pascolo migliorato con specie autoriseminanti in alternativa all'erbaio autunno-vernino nei sistemi foraggeri asciutti mediterranei*. Riv. di Agron. XXIX, Suppl. 468-475.