

STEP 3 - FINALE

AZ. 5 – iov 5.3: Attività rilevazione dati presso stazione di controllo - Report con la statistica descrittiva dei dati rilevati presso la stazione di controllo e finalizzati al raggiungimento degli obiettivi del presente progetto (RFI, FI, emissioni di CH₄, CO₂eq e sostanze azotate) – STEP 3

ANNO 2024

RELAZIONE PROF. SPANGHERO



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

Università di Udine - Dipartimento di Scienze AgroAlimentari Ambientali e Animali (Di4A) -

Relazione finale (27 05 2024) delle attività sperimentali svolte dal **Dipartimento di Scienze AgroAlimentari Ambientali e Animali** (Università di Udine) nell'ambito della convenzione stipulata

con

A.N.A.P.R.I. – Associazione Nazionale Allevatori bovini razza Pezzata Rossa Italiana,

A.N.A.G.A – Associazione Nazionale Allevatori Bovini Razza Grigio Alpina

A.N.A.RE – Associazione Nazionale Allevatori Bovini di Razza Rendena

A.N.A.BO.RA.RE – Associazione Nazionale Allevatori Bovini Razza Reggiana Italiana

nell'ambito del progetto DUALBREEDING “Le razze bovine a duplice attitudine: un modello alternativo di zootecnia eco-sostenibile” – PSRN Programma di Sviluppo Rurale Nazionale 2014/2020 - Sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura – attività di caratterizzazione delle risorse genetiche animali di interesse zootecnico e salvaguardia della biodiversità – AZIONE 5: prove di allevamento in condizioni ed ambiente controllati dal titolo:

“Controlli dell'alimentazione di bovini sottoposti a prove di allevamento in ambiente confinato”

Udine, 27/05/2024

Il responsabile scientifico
Prof. Mauro Spanghero



Premessa

Allevare bovini con elevata efficienza alimentare, in grado cioè di convertire al massimo l'alimento assunto in carne e latte, è desiderabile sia da un punto di vista economico che ambientale. Infatti animali che a parità di performance (cioè di peso ed intensità di crescita) consumano meno alimento producono meno escrezioni nell'ambiente (azoto e metano in particolare). La misura più moderna e diffusa della efficienza alimentare è il Residual Feed Intake (RFI, o ingestione alimentare residua), un parametro che è la differenza tra il consumo alimentare rilevato in un definito arco temporale (in genere circa 60 d) e l'ingestione prevista in funzione delle esigenze di mantenimento e di accrescimento (definito mediante equazioni di stima che considerano taglia ed accrescimento). Un soggetto che presenta un valore negativo di RFI è definito efficiente in quanto consuma meno di quanto atteso, mentre torelli con indice RFI positivo sono soggetti inefficienti: come si rileva dalla **Figura 1** la retta rappresenta la stima della ingestione prevista sulla base del peso vivo (stima del mantenimento) e dell'accrescimento (stima della crescita) e i punti del grafico sono i consumi reali di soggetti inefficienti (sopra la retta) o efficienti (sotto la retta).

Le attività di controllo della ingestione alimentare individuale dei soggetti in prova di performance presso Centro Genetico di Fiume Veneto (PN) è stato specificatamente previsto nell'ambito del progetto "Dual Breeding" per la misura della efficienza alimentare dei torelli.

La presente relazione fornisce una rendicontazione dei rilievi di performance e di RFI (*residual feed intake*) che si riferiscono ad un totale di 1092 torelli testati complessivamente presso il Centro di Fiume Veneto oltre ad alcuni approfondimenti sperimentali specifici rilevati su gruppi di animali in prova.

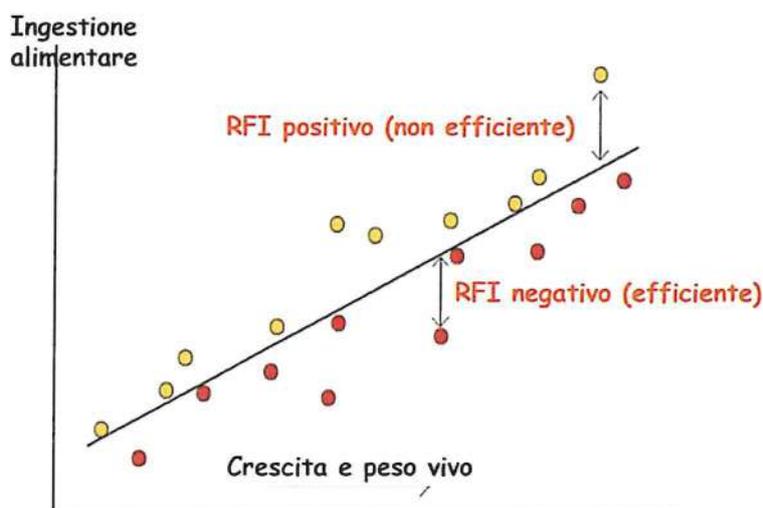


Figura 2. Rappresentazione grafica di una prova di Residual Feed Intake (RFI)

Indice

- Caratteristiche chimico nutrizionali delle diete impiegate durante il controllo alimentare
- Procedura di calcolo del RFI
- Equazioni di previsione della emissione di metano e della escrezione azotata
- Performance di crescita e RFI di torelli Pezzati Rossi, Grigio Alpini, Rendeni e Reggiani in prova
- Misure ecografiche del grasso dorsale e residual feed intake di torelli Pezzati Rossi
- Parametri di fermentazione ruminale e sviluppo dell'epitelio ruminale in torelli Pezzati Rossi divergenti per RFI
- Attività divulgativa



Caratteristiche chimico nutrizionali delle diete impiegate durante il controllo alimentare

Nella **tabella 1** sono illustrate le caratteristiche nutrizionali della dieta somministrata ai torelli durante i periodi di controllo alimentare.

La razione unifeed, somministrata nella fase iniziale di crescita dei torelli e durante il controllo alimentare per la misura dell'RFI, è composta principalmente da silomais (7 kg/d), da diversi concentrati e sottoprodotti (circa 4.5 kg/d), da farine proteiche (circa 1.7 kg/d) e da quasi 1 kg/d di paglia. Per realizzare la misura individuale di consumo alimentare sono state installate 2 apparecchiature di controllo individuale della ingestione per ognuno dei 10 box in una stessa stalla di controllo (denominati RIC, roughage intake control system; Hokofarm Group, Marknesse, The Netherlands, **Foto 1, 2 e 3 in appendice**). In ogni box sono ospitati 5-6 torelli e quindi vengono controllati contemporaneamente circa 50-60 soggetti per un periodo di circa 60 d. Ogni postazione di controllo (**Figura 3**) consiste in un cassone che può contenere circa 80-90 kg di una miscela mista per bovini, è dotato di una bilancia elettronica e consente l'accesso individuale per l'alimentazione. Ogni animale accede liberamente durante la giornata e grazie ad un dispositivo di identificazione elettronico viene rilevata l'ora di accesso e di uscita dalla postazione, unitamente alla quantità di alimento consumato per tutti gli accessi delle 24 h. La rilevante mole di dati è archiviata in continuo su supporti informatici per le successive elaborazioni. La miscela viene preparata quotidianamente e distribuita fino a riempire i cassoni due volte al giorno (mattina e tardo pomeriggio), affinché risulti sempre a disposizione. Il campionamento della razione viene effettuato con cadenza settimanale e una rappresentazione dei risultati analitici della miscela rilevata durante tutta la durata del progetto con la raccolta ed analisi di oltre 200 campioni sono riportati in **Figura 2**.

L'apporto fibra è assicurato principalmente dal silomais, dai sottoprodotti fibrosi (sottoprodotti industriali, quali le polpe secche e la crusca) e dalla paglia e complessivamente l'apporto di fibra NDF appare elevato (38.14 % della ss) e tale da assicurare una buona funzionalità ruminale in termini di ruminazione e di potere tamponante. L'apporto proteico principale è fornito da miscele di farine di estrazione che comprendono quella di soia ma anche di girasole e colza. L'apporto proteico delle diete è pari al 13.38 % ss e applicando il sistema di valutazione nutrizionale francese (INRA, 2018) si può notare come la concentrazione di PDI risulti adeguata, con un leggero sbilanciamento a livello ruminale (< 5%) tipico delle diete per bovini all'ingrasso. Complessivamente la dieta risulta avere una concentrazione energetica espressa in energia netta di mantenimento ed ingrasso (INRA, 2018) pari a 0.96 UFC/kg s.s.



Tabella 1. Formulazione e composizione chimica media delle razioni somministrate ai torelli in prova di controllo alimentare presso il centro genetico di Fiume Veneto (PN).

	Unità	Fiume Veneto (PN)
Formulazione		
Mais	Kg/d	2.8
Orzo	Kg/d	0.6
Crusca	Kg/d	0.6
Soia, fe	Kg/d	0.2
Girasole/colza, fe	Kg/d	1.5
Polpe secche bietola	Kg/d	0.6
Silomais	Kg/d	7.0
Paglia di frumento	Kg/d	0.9
Integratore ¹	Kg/d	0.2
Composizione chimica		
Sostanza secca	%	60.91
Proteina grezza	% ss	13.38
Ceneri	% ss	6.26
Fibra (NDF)	% ss	38.14
Caratteristiche nutrizionali		
Unità foraggiere carne ²	UFC/kg ss	0.96
PDI ²	g/kg ss	88.2
Rumen protein balance ³	g/kg ss	0.60

¹ Integrazione per kg: vitamina A, 100,000 IU; vitamina D₃, 12,000 IU; vitamina E, 450 mg; colina cloruro, 1000 mg; FeCO₃, 1076 mg; KI, 39 mg; Ca(IO₃)₂, 21.6 mg; Mn₂O₃, 1161 mg; CuSO₄·5H₂O, 275 mg; ZnO, 620 mg; ZnSO₄, 2055 mg; Na₂SeO₃, 3.1 mg; Urea, 50.000 mg; Sacch. Cerevisiae MUCL 39885, 120 *10⁹ CFU.

²Dati stimati secondo il sistema nutrizionale INRA (2018)

³Rumen protein balance (RPB) rappresenta la differenza tra le proteine assunte con gli alimenti e quelle che passano al duodeno (ovvero le proteine alimentari non degradate, le proteine di origine microbica e le proteine endogene).

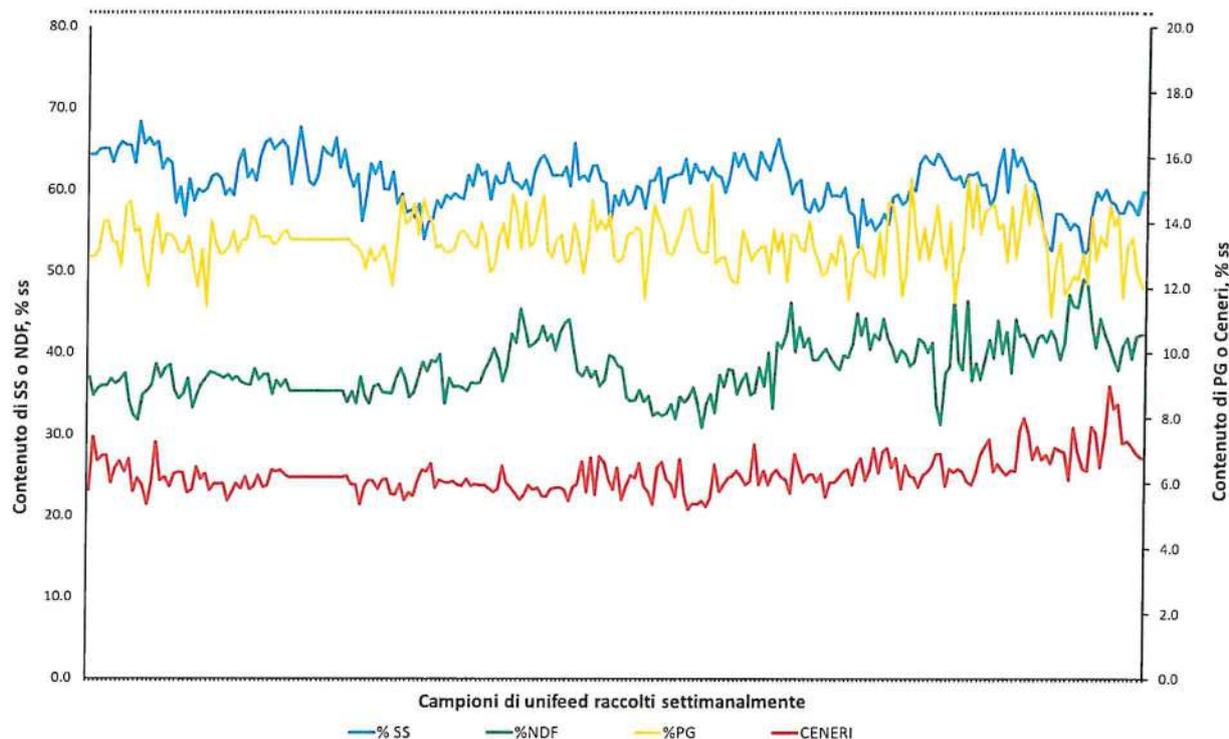


Figura 2. Rappresentazione dei risultati analitici della miscela alimentare rilevati durante tutta la durata del progetto con la raccolta ed analisi di 237 campioni alimentari.

Procedura di calcolo del RFI

I torelli in stazione a Fiume Veneto vengono pesati con cadenza di 42 d, ed ai fini delle elaborazioni per l'RFI sono state prese in esame tre pesate consecutive per ogni soggetto, scelte di modo che quella centrale rientrasse nei 60 d di durata del controllo RFI. I tre valori di peso hanno consentito di ottenere una regressione lineare per ogni soggetto che è stata usata per calcolare il peso vivo e l'accrescimento medio all'interno della prova.

Disponendo dei dati di accrescimento, peso vivo medio e di ingestione (Acc, PV e IM, rispettivamente) si è proceduto alla interpolazione dei dati per ottenere i coefficienti della equazione generale di previsione della ingestione stimata (IS) secondo il seguente modello:

$$IM = \alpha + \beta (Acc) + \gamma (PV^{0.75}) + \varepsilon$$

Si è proceduto quindi al calcolo del RFI per ogni soggetto come:

$$RFI = IM - IS$$

Per quanto riguarda i valori di RFI si ricorda che questo parametro è individuale ed esprime lo scarto di ingestione giornaliera rispetto a quello atteso sulla base di intensità di crescita e peso vivo medio (nei torelli in +/- kg/d di sostanza secca ingerita al giorno): un toro con RFI pari a - 1 ingerisce



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

quindi 1 kg/d di sostanza secca in meno rispetto a quanto è prevedibile sulla base delle sue performance (energia necessaria per l'accrescimento e per il mantenimento). Questo soggetto esprime quindi una maggior efficienza alimentare rispetto al gruppo di soggetti contemporanei, che è dovuta, probabilmente, ad un insieme di fattori concomitanti: migliore digestione ruminale e/o intestinale, metabolismo più efficiente, temperamento calmo, ridotti costi di mantenimento, crescita magra e poco grassa, etc.

Equazioni di previsione della emissione di metano e della escrezione azotata

La produzione di metano è stata prevista con la seguente equazione:

$$\text{CH}_4 \text{ (g/d)} = [\text{ISS} * 18.5 * (6.5 * 10)] / 55.65 \quad \text{IPPC (2006, Tier 2)}$$

Per quanto riguarda l'azoto, in letteratura è dimostrato che la variabile più correlata con le escrezioni fecali e urinarie è la quantità di azoto ingerito (Dong e coll. 2014).

Sulla base della formulazione delle diete e dei dati analitici disponibili è stato calcolato il contenuto di proteina delle razioni (PG) e quindi disponendo della ISS si è stimata la quantità di N ingerito mediamente al giorno:

$$\text{Azoto ingerito (g/d)} = \text{ISS (kg ss/d)} * [\text{PG (\%ss)} * 0.16/100] * 1000$$

Di seguito vengono riportate le equazioni specifiche di previsione della escrezione individuale specifiche per i vitelloni (Dong e coll., 2014) ed impiegate nella presente elaborazione per la stima delle escrezioni azotate:

$$\text{Azoto urinario, g/d} = -14.12 + 0.51 * (\text{Azoto ingerito, g/d}) \quad (\text{e.s.r.} \pm 4.07)$$

$$\text{Azoto fecale, g/d} = 15.82 + 0.20 * (\text{Azoto ingerito, g/d}) \quad (\text{e.s.r.} \pm 2.68)$$

Performance di crescita e RFI di torelli Pezzati Rossi, Grigio Alpini, Rendeni e Reggiani in prova.

Nella **Tabella 2** vengono riportati i dati di prestazioni produttive (peso, crescita, ingestione), di RFI e le escrezioni ambientali stimate di metano e azoto di 1092 torelli di razza Pezzata Rossa Italiana, Grigio Alpina, Rendena e Reggiana che hanno concluso nella primavera del 2024 la prova presso la stazione di controllo di Fiume Veneto (PN).

In tutte le razze, le prestazioni produttive rilevate risultano particolarmente elevate e vanno in parte rapportate alla fase di crescita piuttosto giovanile considerata, dove prevale un intenso accrescimento



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

magro. Oltre alla ottima capacità di crescita va rilevato l'eccellente dato di ingestione che rappresenta un punto di forza di grande rilievo per razze orientate anche alla produzione di latte. L'ottima performance di ingestione è in parte spiegabile dal fatto che i box di allevamento della stazione di Fiume Veneto hanno dimensioni tali da permettere densità piuttosto basse, e comunque inferiori a quelle tipiche dell'allevamento intensivo, e consentono quindi una attenuazione dei fenomeni di stress e competizione in fase di alimentazione.

Come si rileva dai dati di **Tabella 3**, la Pezzata Rossa Italiana è una razza con un eccellente accrescimento medio giornaliero (1566 g/d) associato ad un'elevata capacità d'ingestione (10.13 kg ss/d) misurati ad un peso vivo di circa 420 kg. La Rendena è entrata in prova a pesi più leggeri, raggiunge la Pezzata Rossa per ritmo di crescita (1587 g/d) con una ingestione più contenuta (9.41 kg ss/d) e quindi con un migliore RFI. I Grigio Alpini, anche essi più leggeri dei Pezzati Rossi, registrano discreti incrementi di peso (1298 g/d) ma con le più ridotte ingestioni (8.71 kg ss/d) e quindi con valori di RFI favorevoli. La razza Reggiana esprime buone performance collocandosi sia per capacità di crescita e di ingestione su valori intermedi (1372 g/d e 9.25 kg ss/d, rispettivamente) con valori di RFI solo leggermente positivi. Va rilevato che in tutte le razze la variabilità dell'RFI è risultata molto prossima (deviazione standard $\pm 0.65/0.80$ kg ss/d) e quindi tutte le razze presentano la stessa variabilità fenotipica per questo carattere e quindi gli stessi probabili margini di miglioramento genetico del carattere.

Nella **Figura 2** sono rappresentati i parametri di RFI dei 1092 torelli fin ora testati, ordinati per valori crescenti: si riscontra una forte variabilità dei dati di RFI, con valore medio pari a 0 e deviazione standard di ± 0.8 kg ss/d. Nella figura sono riportate le prestazioni del gruppo di soggetti con RFI eccellente ($RFI \leq -0.8$ kg ss/d; valore medio = -1.18 kg ss/d) rispetto a quelli con RFI pessimo ($RFI \geq +0.8$ kg ss/d; valore medio = +1.23 kg ss/d) e si può stimare che tra i due gruppi vi sia un differenziale di ingestione di quasi 2.5 kg ss/d. Si consideri che tra i due gruppi estremi non si hanno differenze di rilievo in termini di performance di crescita (circa 1500 g/d), ma le elevate differenze di ingestioni medie (circa ± 2.5 kg ss/d) determinano emissioni di metano ed escrezioni di azoto molto differenziate tra i due gruppi (± 55 e 41 g/d, rispettivamente).

Per quanto attiene al comportamento alimentare nella **Figura 3** è rappresentata la relazione tra durata dei tempi di alimentazione e numero di accessi ai cassoni alimentari: mediamente si sono avuti circa 50 accessi giornalieri ed un tempo medio trascorso in alimentazione di 110 minuti/d e questi valori medi non sono risultati molto diversi tra le razze. Ovviamente la relazione tra numero di eventi e durata è risultata inversa con un range di numero di eventi giornalieri da 20 a 100 e con durate per



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

evento di 40 minuti fin a ridursi a durate di 10 minuti. Il dato di feeding rate (kg di ss/minuto) è indicato dalla letteratura come un parametro importante per la previsione della efficienza alimentare e in questo senso vi sono state delle conferme in quanto i soggetti Grigi Alpini hanno fatto rilevare i valori più bassi dopo i pasti (consultare Romanzin A, Florit E, Degano L, Spanghero M, 2022).

Tabella 2. Prestazioni produttive e stima delle emissioni di metano e di azoto di 1092 torelli di razza **Pezzata Rossa, Grigio Alpina, Rendena e Reggiana** in prova di controllo alimentare presso la Stazione di controllo di Fiume Veneto (PN).

	<i>Media</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	<i>DS</i>
Torelli di razza Pezzata Rossa (823)				
Età inizio prova, d	284	210	331	15
Peso vivo medio, kg	420	244	613	51
Accrescimento, g/d	1566	542	2547	278
Ingestione di ss, kg/d	10.13	5.85	13.31	1.07
Residual feed intake, kg/d	0.06	-2.70	2.32	0.82
Emissione di metano, g/d	219	126	288	23
Escrezione di N fecale, g/d	59	41	73	5
Escrezione di N urinario, g/d	97	50	133	13
Torelli di razza Grigio Alpina (122)				
Età inizio prova, d	284	224	319	16
Peso vivo medio, kg	362	243	516	42
Accrescimento, g/d	1298	407	1694	238
Ingestione di ss, kg/d	8.71	5.88	11.12	0.98
Residual feed intake, kg/d	-0.25	-1.63	1.72	0.70
Emissione di metano, g/d	188	127	240	21
Escrezione di N fecale, g/d	53	40	64	5
Escrezione di N urinario, g/d	82	49	110	12
Torelli di razza Rendena (121)				
Età inizio prova, d	287	238	324	16
Peso vivo medio, kg	388	237	488	47
Accrescimento, g/d	1587	831	2352	290
Ingestione di ss, kg/d	9.41	6.68	11.24	0.96
Residual feed intake, kg/d	-0.21	-1.59	2.16	0.71
Emissione di metano, g/d	203	144	243	21
Escrezione di N fecale, g/d	56	44	65	4
Escrezione di N urinario, g/d	88	59	112	11
Torelli di razza Reggiana (26)				
Età inizio prova, d	286	234	376	37
Peso vivo medio, kg	370	260	491	64
Accrescimento, g/d	1372	985	1621	160
Ingestione di ss, kg/d	9.25	7.56	11.39	0.98
Residual feed intake, kg/d	0.10	-1.41	1.62	0.65
Emissione di metano, g/d	200	163	246	21
Escrezione di N fecale, g/d	55	48	65	4
Escrezione di N urinario, g/d	85	68	111	10

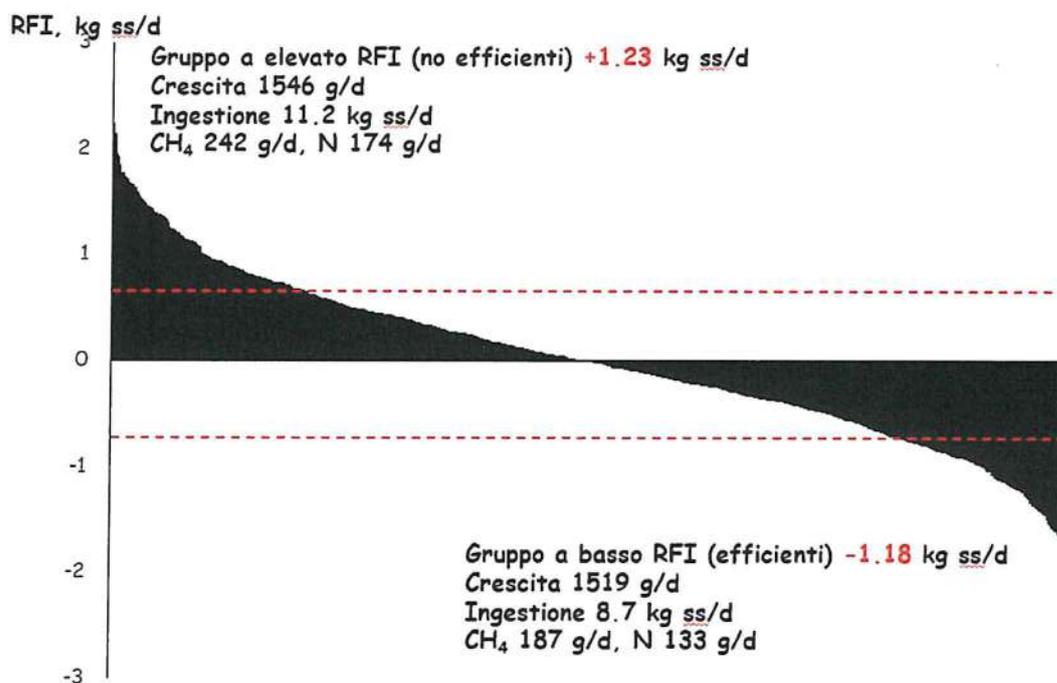


Figura 2. Valori individuali di RFI dei 1092 torelli testati nel centro genetico di Fiume Veneto durante il progetto Dualbreeding

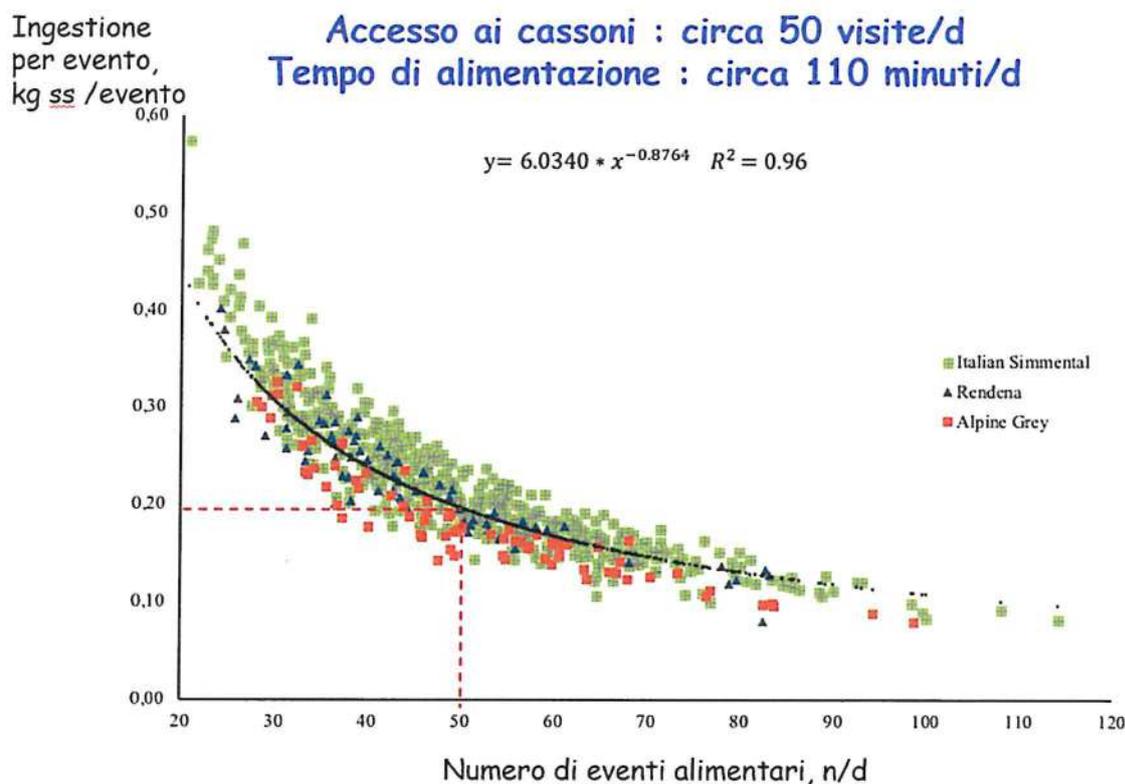


Figura 3. Valori individuali giornalieri di numero di accessi e ingestione di ss durante la prova di RFI dei 1092 torelli testati nel centro genetico di Fiume Veneto durante il progetto Dualbreeding



Misure ecografiche del grasso dorsale e residual feed intake di torelli Pezzati Rossi.

L'incremento di peso vivo, a parità di ingestione alimentare, è favorito nei soggetti che presentano una crescita magra rispetto a quelli che realizzano un elevato deposito di grassi. Infatti il contenuto calorico delle proteine è molto inferiore a quello dei grassi (5.6 vs 9.2 kcal/g) e nell'organismo animale la proteina depositata è molto associata all'acqua (rapporto acqua: proteina di 78:22), mentre scarsa è la presenza di acqua nel tessuto adiposo (rapporto acqua: grasso di 13:87). Pertanto realizzare un grammo di crescita magra costa in termini energetici circa 6-7 volte di meno della crescita grassa. Queste differenze di contenuto energetico tra deposizione grassa e magra hanno un'influenza diretta sull'indice RFI (il 5-10% della variazione di RFI tra animali può essere attribuita a differenze di grasso corporeo depositato; Richardson e coll., 2001; Lancaster e coll., 2009; Basarab e coll., 2011). Poiché l'RFI esprime una efficienza alimentare in termini semplicemente ponderali e non energetici è plausibile che animali valutati efficienti lo siano, almeno in parte, anche perché realizzano una crescita particolarmente magra. Pertanto un rischio potenziale nella selezione per l'efficienza alimentare basata sul RFI tradizionale potrebbe essere quello di selezionare animali con crescita eccessivamente magra con effetti negativi sulla qualità delle carni e sul potenziale di produzione di latte delle femmine che dipende anche da una elevata capacità di mobilitazione delle riserve corporee nella fase iniziale di lattazione.

Per questi motivi, all'interno delle attività di controllo dell'ingestione individuale dei torelli durante la prova di performance, è stato avviato anche il rilievo della deposizione grassa misurata indirettamente mediante la valutazione dello spessore del grasso sottocutaneo.

La misura è stata eseguita mediante tecnica ultrasonografica grazie all'ausilio di un ecografo con sonda lineare. Il principio del metodo si basa sull'emissione di onde sonore che vengono riflesse in maniera differenziata dai diversi tessuti con cui vengono a contatto. L'immagine che si ottiene è una sezione del tessuto esaminato, dove le diverse tonalità di grigio che la compongono corrispondono a diverse densità (le ossa, molto dense, sono visualizzate come bianche). Grazie alla stratificazione ottenuta visualizzando l'immagine si può determinare lo spessore del tessuto analizzato. Su una frazione di soggetti Pezzati Rossi in controllo per l'RFI sono stati fatti due rilievi ecografici in concomitanza con le misure del peso vivo. La sonda è stata posizionata in due punti specifici: il punto **p8** che corrisponde al rilievo sulla groppa dell'animale, nello specifico nella zona di confine tra il muscolo bicipite femorale e il muscolo gluteo medio (Rumpfat thickness - RF) e il punto **p12** che corrisponde al rilievo nello spazio localizzato tra la 12° e 13° costola, nel suo terzo più prossimale alla colonna vertebrale (Backfat thickness - BF) (**Figura 4**). Sono state eseguite due misure



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

ecografiche di cui la prima ad un'età dei soggetti di circa 8 mesi (che corrisponde all'inizio del periodo di controllo alimentare) e la seconda al termine della prova di performance test ad un'età di circa 12 mesi.

Si osserva dalla **Tabella 3** che la misura BF ha presentato, sia nella misura iniziale che finale, valori più elevati (3,10 e 3,68 mm) rispetto a quello di RF (2,63 e 3,25, rispettivamente), mentre per entrambe i punti di misura si è riscontrato un aumento paragonabile dello spessore (circa 0,60 mm). Tra i dati di RFI e lo spessore del grasso dorsale si è rilevata una mancanza di correlazione tra i dati iniziali dello spessore di grasso nei due punti, mentre è presente una correlazione bassa, seppur altamente significativa, per il dato BF_f , mentre la correlazione più alta si ottiene con il valore di BF_Δ ($r = 0,211; p \leq 0,01$). Suddividendo i torelli per quartili in funzione del RFI (misure finali e incremento dello spessore nei punti di rilievo BF e RF, **Tabella 4**) si riscontrano spessori di lardo dorsale nettamente aumentati (circa + 10%) passando da soggetti efficienti (<25%) a quelli con RFI elevato (>75%) a dimostrazione di una tendenza all'ingrasso differenziata in funzione dell'RFI.

Il confronto bibliografico non è univoco sull'argomento. Fitzsimons e coll. (2014) in uno studio sul cambiamento di diversi parametri comportamentali, fisiologici e produttivi in tre gruppi di vacche da carne gravide con diversi livelli di efficienza alimentare, hanno infatti riscontrato come animali meno o mediamente efficienti avessero uno spessore di grasso dorsale significativamente più alto. Arthur e coll. (2001) registrarono invece correlazioni sia fenotipiche che genetiche tra le due misure e il dato RFI piuttosto basse. Baker e coll. (2006) non hanno trovato differenze nella deposizione di grasso nella progenie di linee con diversi livelli di RFI, mentre, Richardson e coll. (2001) hanno riportato che la progenie derivante da animali selezionati per un RFI basso presentava il 13,2% di deposito adiposo in meno rispetto alla progenie derivante da animali selezionati con alto RFI.

Infine, McKenna e coll. (2018) ha inserito lo spessore di grasso dorsale nel modello di calcolo dell'RFI ed ha constatato la riduzione di potenziali effetti negativi della selezione di animali più magri. In conclusione, dai presenti dati si evince una tendenza al minore adipogenesi nei soggetti più efficienti, ma la misurazione forse richiede un affinamento metodologico per attenuare la variabilità e migliorare la precisione. Inoltre, andrebbe verificato con prove di macellazione la relazione tra spessore del grasso ed effettivo sviluppo quantitativo del grasso corporeo.



Figura 4. Misure ecografiche: ecografo con sonda (alto sx), punti di misurazione (p12 rappresenta il punto Backfat; p8 rappresenta il punto Rumpfat, alto dx) e operatore in misurazione (basso dx e sx).



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

Tabella 3. Media e deviazione standard dei dati di misura dello spessore del grasso dorsale BF (Backfat thickness, rilevazione ecografica tra la 12° e 13° costola) e RF (Rumpfat thickness, rilevazione ecografica tra il muscolo bicipite femorale e il muscolo gluteo medio) di 222 torelli in prova di performance suddivisi in funzione del ciclo di prova, raccolti presso la Stazione di controllo di Fiume Veneto (PN).

	BF _i (mm)		BF _f (mm)		BF _Δ (mm)		RF _i (mm)		RF _f (mm)		RF _Δ (mm)	
	Media	DS										
Medie	3,10	0,53	3,68	0,64	0,59	0,72	2,63	0,57	3,25	0,63	0,58	0,73
RFI												
Correlazione	1,00		0,097		0,242**		0,124		0,184**		0,135	1,00

BF_i = Rilevazione ecografica tra la 12° e 13° costola all'inizio del periodo di controllo alimentare; BF_f = Rilevazione ecografica tra la 12° e 13° costola alla fine del periodo di controllo alimentare; BF_Δ = Incremento dello spessore di grasso tra la 12° e 13° costola; RF_i = Rilevazione ecografica tra il muscolo bicipite femorale e il muscolo gluteo medio all'inizio del periodo di controllo alimentare; RF_f = Rilevazione ecografica tra il muscolo bicipite femorale e il muscolo gluteo medio alla fine del periodo di controllo alimentare; RF_Δ = Incremento dello spessore di grasso tra il muscolo bicipite femorale e il muscolo gluteo medio. *p ≤ 0.05; ** p ≤ 0.01

Tabella 4. Misure medie di spessore del grasso dorsale di torelli suddivisi per quartili in funzione del RFI (misure finali e incremento dello spessore nei punti di rilievo BF e RF).

Quartile	RFI	Sito di rilievo ecografico			
		Dorso (BF)		Groppa (RF)	
		Misura finale	Incremento	Misura finale	Crescita
%	kg ss/d	mm	mm	mm	mm
<25	-1.43	3.58	0.35	3.02	0.31
25-50	-0.62	3.73	0.65	3.23	0.76
50-75	-0.20	3.61	0.54	3.18	0.58
>75	+0.41	3.86	0.75	3.34	0.66

Bibliografia

1. Arthur P. F., Archer J. A., Johnston D. J., Herd R. M., Richardson E. C., Parnell P. F. (2001). Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *J Anim Sci* 79(11):2805–2811, <https://doi.org/10.2527/2001.79112805x>
2. Baker S.D., Szasz J.I., Klein T.A., Kuber P.S., Hunt C.W., Glaze Jr. J.B., Falk D., Richard R., Miller J.C., Battaglia R.A., Hill R.A. (2006). Residual feed intake of purebred Angus steers: effects on meat quality and palatability. *J Anim Sci* 84(4): 938-45. [doi:10.2527/2006.844938x](https://doi.org/10.2527/2006.844938x)
3. Basarab J. A., Colazo M. G., Ambrose D. J., Novak S., McCartney D., and Baron V. S. (2011). Residual feed intake adjusted for backfat thickness and feeding frequency is independent of fertility in beef heifers. *Can J Anim*



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

- Sci.* **91**(4): 573-584. <https://doi.org/10.4141/cjas2011-010>
4. Fitzsimons C., Kenny D.A., Fahey A.G., McGee M. (2014). Feeding behavior, ruminal fermentation, and performance of pregnant beef cows differing in phenotypic residual feed intake offered grass silage. *J Anim Sci.* **92**(5): 2170-81. doi:10.2527/jas.2013-7438
 5. Lancaster P.A., Carstens G.E., Ribeiro F.R., Tedeschi L.O. and Crews D.H. (2009). Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. *J Anim Sci.* **87**:1528–1539.
 6. McKenna C., Porter R.K., Keogh K.A., Waters S.M., McGee M., Kenny D.A. (2018). Residual feed intake phenotype and gender affect the expression of key genes of the lipogenesis pathway in subcutaneous adipose tissue of beef cattle. *J Animal Sci Biotechnol* **9**: 68. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0282-9>
 7. Richardson E.C., Herd R.M., Oddy V.H., Thompson J.M., Archer J.A. and Arthur P.F. (2001). Body composition and implications for heat production of Angus steer progeny of parents selected for and against residual feed intake. *Aust J Exp Agr.* **41**:1065–1072.



Parametri di fermentazione ruminale e sviluppo dell'epitelio ruminale in torelli Pezzati Rossi divergenti per RFI.

È stata condotta una sperimentazione al fine di valutare se i processi fermentativi e di assorbimento dei nutrienti, che avvengono a livello ruminale, sono influenzati dall'efficienza alimentare nei torelli di razza Pezzata Rossa (per il lavoro completo consultare Romanzin A, Braidot M, Beraldo P, Spanghero M, 2024). A questo scopo sono state effettuate una serie di macellazioni sperimentali, presso le strutture dell'Organizzazione di Produttori Azove (Cittadella, PD), riguardanti i soggetti che sono risultati estremi per efficienza in termini di RFI. I tori di razza Pezzata Rossa, una volta terminato il Performance test, vengono valutati sulla base di dati fenotipici e genetici al fine di destinarli alla fecondazione (artificiale o naturale) o alla macellazione. Fra i soggetti componenti questo secondo gruppo sono stati mensilmente selezionati i soggetti estremi in termini di RFI e, una volta raggiunta la maturità commerciale, destinati alla macellazione sperimentale. Sono state effettuate 8 macellazioni per un totale di 30 soggetti (**tabella 5**). Durante la macellazione sono stati prelevati campioni di liquido ruminale e di tessuto della parete del rumine.

Tabella 5. Principali caratteristiche dei 30 tori oggetto della prova.

	Efficienti (n=15)	Non efficienti (n=15)	Significatività	RMSE
Età di macellazione (mesi)	17.0	17.3	NS	0.85
Peso vivo finale (kg)	740	728	NS	39.6
Peso carcassa (kg)	403	391	NS	21.1
Resa al macello (%)	54.5	53.8	NS	1.87
Accrescimento (kg/d)	1.59	1.42	NS	0.28
Ingestione di SS (kg SS/d)	9.35	11.00	**	0.72
Indice di conversione	6.03	7.96	**	1.22
RFI (kg SS/d)	-1.20	0.89	**	0.33

I campioni di parete ruminale destinati alla valutazione dello sviluppo delle papille ruminali sono stati conservati in soluzione fisiologica, in ambiente refrigerato, in attesa della valutazione della mucosa ruminale, effettuata entro la stessa giornata. In particolare, sono state misurate la densità (per cm²) e la dimensione delle papille tramite microscopio ottico (**figura 5**). È noto come lo sviluppo in numero e dimensione delle papille ruminali sia fortemente stimolato dagli acidi grassi volatili (AGV) assorbiti



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

dalla parete ruminale ed in particolare dal butirrato (Mentschel e coll., 2001), mentre viene fortemente inibito dall'abbassamento del pH. L'ipotesi è che soggetti più efficienti presentino un maggior sviluppo delle papille, e quindi una maggior superficie della mucosa ruminale, assorbendo così più efficacemente i nutrienti (Fregulia e coll., 2021).

Figura 5. Esempio di papille ruminali di torello PRI viste al microscopio.



I campioni di liquido ruminale sono stati sottoposti ad una serie di analisi, fra cui la misurazione dell'emissione di gas, con particolare riferimento alle emissioni di metano attraverso un innovativo sistema di fermentazione in vitro (Braidot e coll., 2022; **Figura 6**). L'apparato di fermentazione è composto da 8 bottiglie di vetro da 750mL chiuse con un tappo dotato di un sistema di agitazione. I fermentatori vengono riempiti con 3,3 grammi di unifeed (lo stesso con cui sono stati alimentati i tori in Performance test) e 500 mL di una soluzione di liquido ruminale e buffer di fermentazione (Menke and Staingass, 1988). Le bottiglie vengono chiuse ermeticamente e immerse in un bagno termostato mantenuto a 39° per 24 ore. Ogni bottiglia è collegata a un milligas counter (Ritter Apparatebau GmbH & Co. KG) che permette la misurazione del gas prodotto durante la fermentazione. Il gas in uscita dal misuratore passa attraverso un analizzatore IR (IR.sens mono IR1, Ritter Apparatebau GmbH & Co. KG) che consente l'analisi della concentrazione di metano. Alla fine dell'incubazione il pH viene misurato direttamente sul liquido di fermentazione (GLP 22, Crison Instruments, S.A.) mentre per la determinazione delle concentrazioni di ammoniaca e AGV vengono prelevati dei campioni conservati a -20°C fino all'analisi. La concentrazione di azoto ammoniacale viene misurata con l'utilizzo di un'apposita sonda (Ammonia Gas Sensing Combination Electrode, Hach Company).



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

I campioni di AGV, precedentemente diluiti 1:1 in acido solforico, vengono centrifugati a 20.000 x g per 20 minuti a 4° C. Successivamente il surnatante viene filtrato con l'uso di filtri monouso da 0.45µm e analizzato tramite iniezione in HPLC (Perkin-Elmer) seguendo il protocollo proposto da Martillotti e Puppo (1985).

Figura 6. Sistema di fermentazione in vitro sviluppato dal gruppo di ricerca in Nutrizione e alimentazione animale dell'Università di Udine.



In **tabella 6** sono riportati i principali risultati delle fermentazioni in vitro. Si può notare come, nei soggetti più efficienti, la fermentazione sviluppi quantitativi simili di gas totale, metano e ammoniaca. Anche la produzione di acidi grassi volatili non differisce nel suo complesso. Tuttavia, fra questi, si registra una maggior concentrazione di propionato nei liquidi di fermentazione dei tori meno efficienti che porta ad una variazione significativa del rapporto fra acetato e propionato. Differenze che non sono comunque sufficienti ad alterare le emissioni di metano.

Tabella 6. Risultati della fermentazione in vitro con i liquidi ruminali prelevati al macello.

	Efficienti (n=15)	Non efficienti (n=15)	Significatività	RMSE
Gas totale (ml)	1044	983	NS	108
Metano (ml)	227	218	NS	26.9
Ammoniaca (mg/dl)	42.8	40.2	NS	6.46
pH	6.65	6.65	NS	0.07
Acidi Grassi Volatili (mM)	104	101	NS	12.6
Acetato (%)	57.9	57.9	NS	1.43
Propionato (%)	15.4	16.6	**	0.98
Isobutirrato (%)	1.96	2.00	NS	0.42
Butirrato (%)	18.7	17.9	NS	1.78
Isovalerato (%)	4.18	3.89	NS	0.66
Valerato (%)	1.68	1.73	NS	0.38
Acetato:Propionato	3.78	3.50	*	0.25



I risultati delle misurazioni delle papille ruminali sono riportati in **tabella 7**. Gli animali più efficienti inaspettatamente sembrano avere papille più corte ma la densità delle papille risulta significativamente maggiore. La variabilità fra i soggetti ed entro gli stessi risulta elevata e le differenze riscontrate, con ogni probabilità, non sono tali da determinare variazioni sostanziali nella capacità di assorbimento ruminale dei gruppi di tori divergenti per efficienza alimentare.

Tabella 7. Parametri morfologici delle papille ruminali.

	Efficienti (n=15)	Non efficienti (n=15)	Significatività	RMSE
Altezza papilla (mm)	4.90	6.26	*	1.95
Larghezza papilla (mm)	2.54	2.47	NS	0.57
Densità papille (n/cm ²)	46.4	40.5	*	11.6

Bibliografia

1. Braidot M., Sarnataro C., Romanzin A., Spanghero M., 2022. A new equipment for continuous measurement of methane production in a batch in vitro rumen system. *J Anim Physiol Anim Nutr*
2. Fregulia P., Neves A.L.A., Dias R.J.P., Campos M.M., 2021. A review of rumen parameters in bovines with divergent feed efficiencies: What do these parameters tell us about improving animal productivity and sustainability? *Livest Sci.* **254**, 104761.
3. Martillotti F., Puppo P., 1985. Liquid chromatographic determination of organic acids in silages and rumen fluids. *Ann Ist Super Zootec.* **18**, 1-10.
4. Menke H.H., Steingass H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Devel.* **28**, 7-55.
5. Mentschel J., Leiser R., Mülling C., Pfarrer C., Claus R., 2001. Butyric acid stimulates rumen mucosa development in the calf mainly by a reduction of apoptosis. *Arch Anim Nutr.* **55**, 85-102.
6. Romanzin A, Braidot M, Beraldo P, Spanghero M, 2024. Rumen fermentation parameters and papillae development in Simmental growing bulls with divergent residual feed intake, *Animal*, 18,5.



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

Attività divulgativa

I risultati delle attività sperimentali svolte dal Dipartimento di Scienze AgroAlimentari Ambientali e Animali (Università di Udine) nell'ambito della presente convenzione sono stati oggetto delle seguenti pubblicazioni a carattere scientifico-divulgativo e presentazioni a convegni di settore:

Articoli scientifici e tecnici

- Romanzin A, Florit E, Degano L, Spanghero M, 2022. Feeding efficiency and behavior of growing bulls from the main Italian dual-purpose breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 21, 1611-1621.
- Florit E, Causero F, Romanzin A, Spanghero M, 2022. La previsione dello stato di ingrassamento mediante tecniche ecografiche per migliorare il calcolo della efficienza alimentare nei torelli in crescita. *Pezzata Rossa*, 3 : 9-12.
- Florit E, Romanzin A, Vicario D, Spanghero M, 2022. Analisi di efficienza alimentare di 5 razze a duplice attitudine. *L'Informatore Agrario. Stalle da latte*, 7, 44-47.
- Cesarani A, Degano L, Romanzin A, Vicario D, Spanghero M, Macciotta NPP, 2022. Genomic predictions for residual feed intake in Italian Simmental. Comunicazione presentata al 73° annual meeting of EAAP, Porto, Portogallo, 5-6 settembre 2022.
- Degano L, Vicario D, Romanzin A, Cesarani A, Macciotta NPP, 2023. Selection for feed efficiency of male candidates in performance test in Italian Simmental breed. 2023 IEEE International Workshop on Measurements and Applications in Veterinary and Animal Sciences (MeAVeAS)
- Degano L, Vicario D, Romanzin A, Cesarani A, 2023. Selection for feed efficiency in Italian Simmental breed. *Proceedings of the Animal Science and Production Association (ASPA) 25th Congress*, Monopoli (Bari), Italy, June 13-16. *Italian Journal of Animal Science*, 22 (Suppl. 1), 31.
- Romanzin A, Braidot M, Beraldo P, Spanghero M, 2024. Rumen fermentation parameters and papillae development in Simmental growing bulls with divergent residual feed intake, *Animal*, 18,5.

Relazioni presentate ai Convegni Dualbreeding:

Verona,	02 02 2018
Fiera di Bolzano,	09 11 2019
Fieragricola di Verona,	31 01 2020
Trento,	05 04 2024



Foto 1. Centro Genetico ANAPRI a Fiume Veneto (PN)

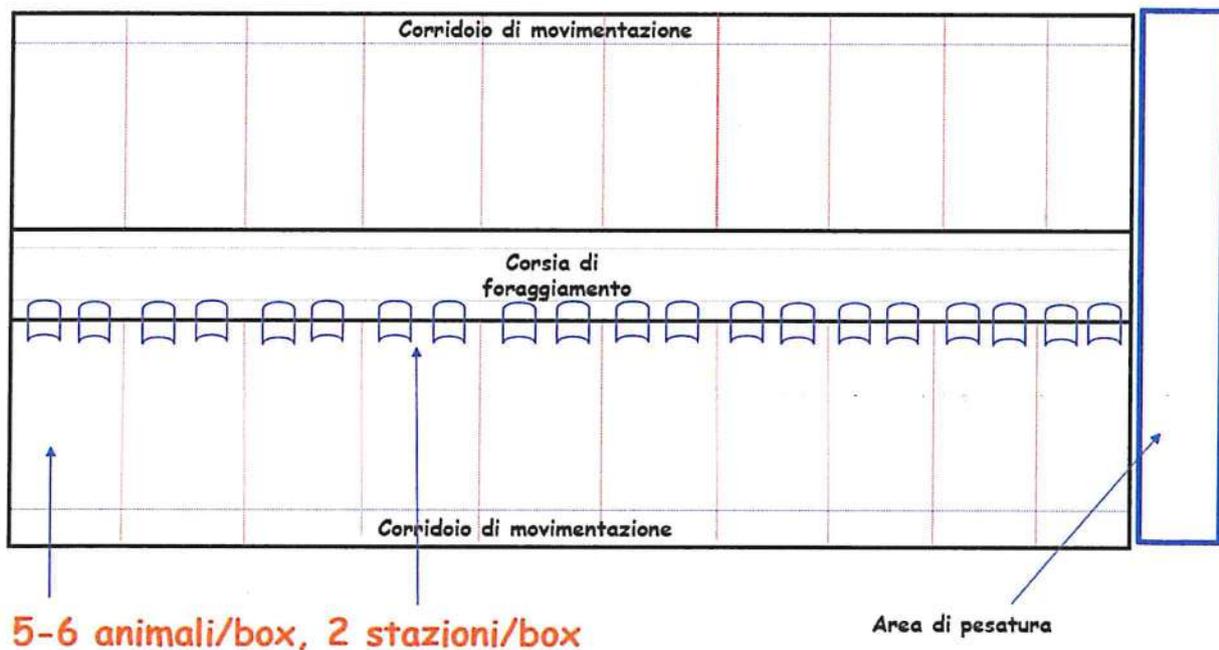


Foto 2. Planimetria della stalla attrezzata per il controllo dell'RFI presso il Centro Genetico ANAPRI a Fiume Veneto (PN)



Foto 3. Apparecchiature di controllo individuale della ingestione per ognuno dei 10 box in una stessa stalla di controllo (denominati RIC, roughage intake control system; Hokofarm Group, Marknesse, The Netherlands) installate presso il Centro Genetico ANAPRI a Fiume Veneto (PN)



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

Livestock Science 249 (2021) 104525
Contents lists available at ScienceDirect
Livestock Science
journal homepage: www.elsevier.com/locate/livsci

Feeding efficiency and behavior of young Simmental bulls selected for high growth capacity: Comparison of bulls with high vs. low residual feed intake

Alberto Romanzin^{a,*}, Lorenzo Degano^b, Daniele Vicario^b, Mauro Spanghero^a

^a Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences, University of Udine, Via Sordani, 2/A, 33100 Udine, Italy
^b Macellazione Nazionale Allevatori Presso Fiera Salsomaggiore, Via Z. Nove 19, 33100 Udine, Italy

25th ASPA Congress, 2023, Bari, Italy.
73rd EAAP meeting 2022, Porto, Portugal.

Italian Journal of Animal Science

ISSN (Print) (Online) journal homepage: <https://www.sciencedirect.com/journal/ijans>

Feeding efficiency and behaviour of growing bulls from the main Italian dual-purpose breeds

Alberto Romanzin, Eleonora Florit, Lorenzo Degano & Mauro Spanghero

ScienceDirect
animal
Open access

Rumen fermentation parameters and papillae development in Simmental growing bulls with divergent residual feed intake

A. Romanzin^a, M. Braidot^a, P. Beraldo^a, M. Spanghero^a

^a Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences, University of Udine, Via Sordani, 2/A, 33100 Udine, Italy

Livestock Science 249 (2021) 104525
Contents lists available at ScienceDirect
Livestock Science
journal homepage: www.elsevier.com/locate/livsci

Feeding efficiency and behavior of young Simmental bulls selected for high growth capacity: Comparison of bulls with high vs. low residual feed intake

Alberto Romanzin^{a,*}, Lorenzo Degano^b, Daniele Vicario^b, Mauro Spanghero^a

Foto 4. Pubblicazioni scientifiche e tecniche prodotte nell'ambito del progetto Dualbreeding.



Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine

24 *Pezzata Rossa*

Prof. Mauro SPANGHERO*

Convegno
Dual Breeding

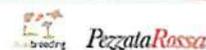
FierAgricola Verona
2 febbraio 2018

dual breeding

PIÙ EFFICIENZA ALIMENTARE E MENO ESCREZIONI

NELL'AMBIENTE DEI BOVINI DI RAZZE A DUPLICE ATTITUDINE

Pezzata Rossa Italiana n° 3 | 2022



Eleonora FLORIT*, Fiorella CAUSERO, Alberto ROMANZIN*, Mauro SPANGHERO*

LA PREVISIONE DELLO STATO DI INGRASSAMENTO

*MEDIANTE TECNICHE ECOGRAFICHE PER MIGLIORARE
IL CALCOLO DELL'EFFICIENZA ALIMENTARE
NEI TORELLI IN CRESCITA.*



**Più efficienza alimentare e meno emissioni di metano per i torelli al centro
genetico di Fiume Veneto**

Florit E¹, Romanzin A², Vicario D², Spanghero M¹
¹ Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali, Università di Udine
² Associazione Allevatori Bovini di Razza Pezzata Rossa, via I. Nievo, Udine

Foto 5. Pubblicazioni scientifiche e tecniche prodotte nell'ambito del progetto Dualbreeding.

