

Tecnologie analitiche e miglioramento genetico della qualità del latte: l'esperienza di un progetto di ricerca sulla pecora Sarda



Nicolò Macciotta

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari

Produzione latte ovino



- ❑ Allevamento pecore da latte nei paesi dell'area mediterranea (63% produzione mondiale latte ovino (**FAOSTAT, 2014**))
- ❑ Patrimonio Italiano ovini da latte: 5,500,000 capi (**FAO, 2014**), 60% di razza Sarda



Razza Sarda

- ❑ Circa 500,000 tonnellate di latte prodotto per anno
- ❑ Latte destinato alla trasformazione casearia **Pecorino Romano** (Reg. CE n.1107/96), **Pecorino Sardo** (Reg. CE n.1263/96) **Fiore Sardo** (Reg. CE n.1107/96)
- ❑ Programma di selezione che coinvolge 220,268 pecore (ICAR, 2014)
- ❑ Obiettivi di selezione sono la produzione totale di latte per lattazione e resistenza alla scrapie
- ❑ Composizione del latte e morfologia della mammella (primipare)

Caratteri di interesse per la selezione della pecora Sarda



- IL latte è destinato totalmente alla caseificazione

- ***Attitudine del latte alla caseificazione***

- PARAMETRI DI COAGULAZIONE DEL LATTE
- RESA

- **Caratteristiche nutrizionali (nutraceutiche) del latte**

- COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI

Progetto: Il latte ovino della Sardegna



Dipartimento di Agraria
UNISS

AIA

ARAS

APA
SS, NU, OR, CA

Obiettivi



- **Studio della composizione e dell'attitudine casearia del latte ovino prodotto in Sardegna**
- **Analisi fenotipica e genetica della composizione e dell'attitudine casearia del latte ovino prodotto in Sardegna**

Piano di campionamento



I anno

1200 capi

50 allevamenti



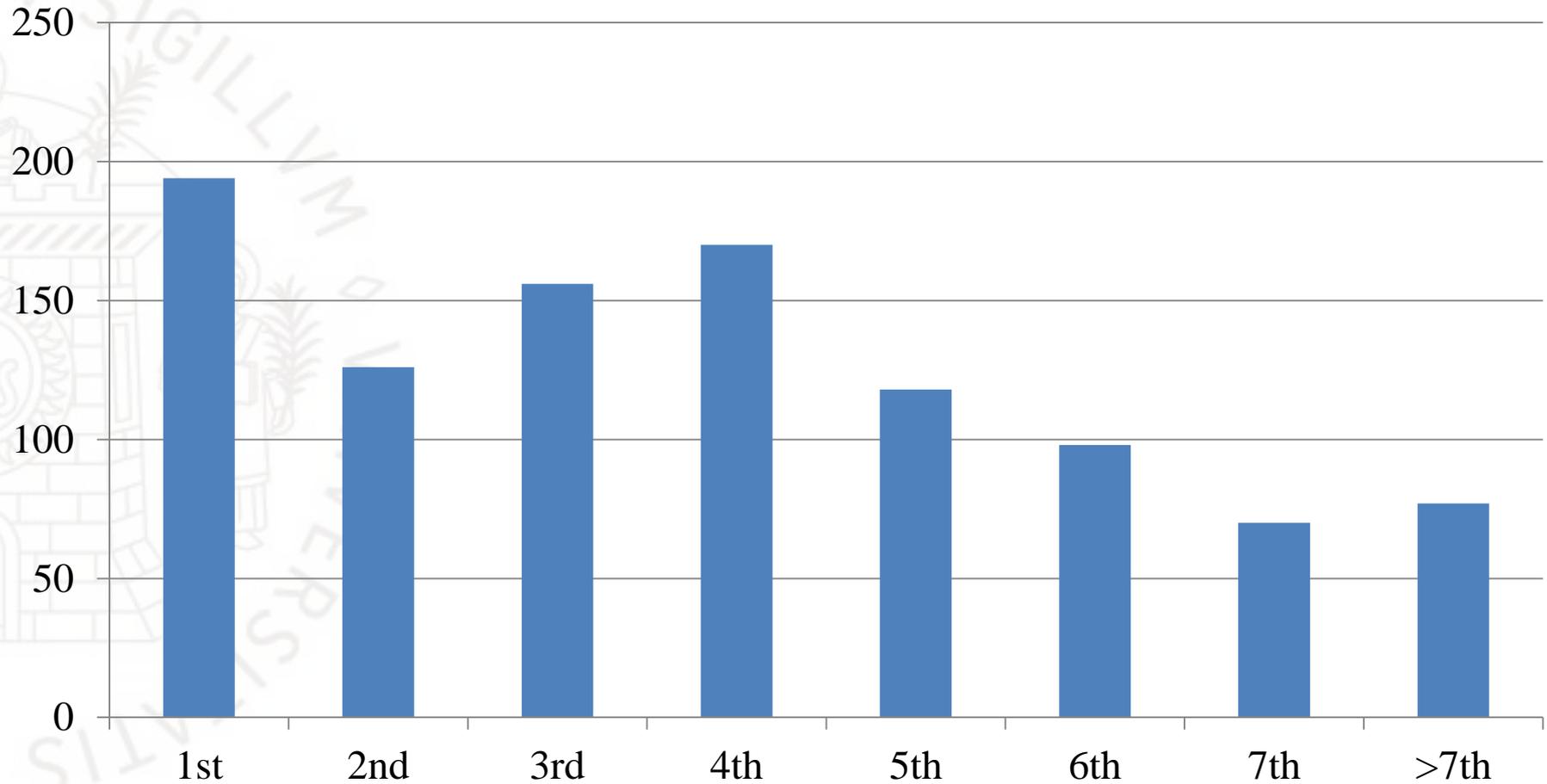
II anno

750 capi

50 allevamenti

Struttura del campione

Distribuzione per ordine di parto



Analisi



- Composizione
(grasso, proteine, lattosio, cellule somatiche, pH, punto crioscopico)
- Acquisizione spettri MIR
- Resa individuale in formaggio (RIF)
- Parametri lattodinamografici (r , k_{20} , a_{30})
- Profilo acidico del grasso (GC)

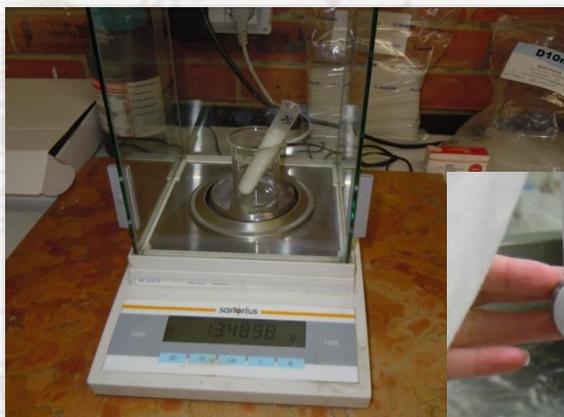
ARA

UNISS

Microcaseificazioni RIF



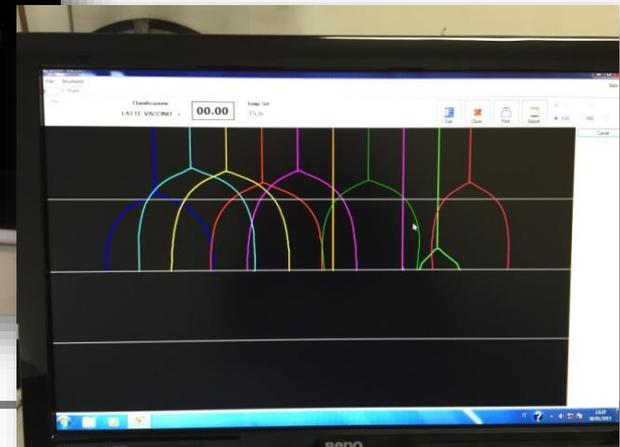
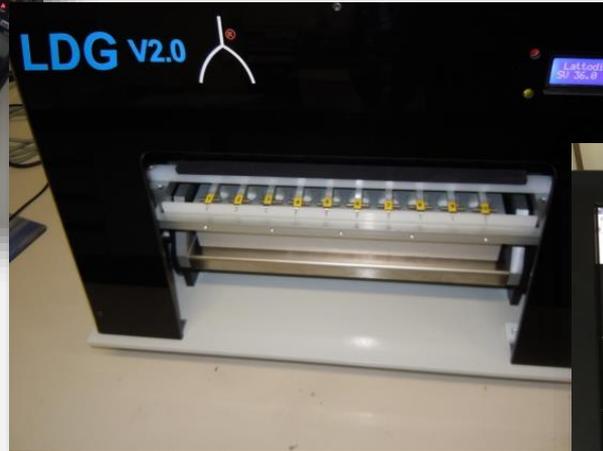
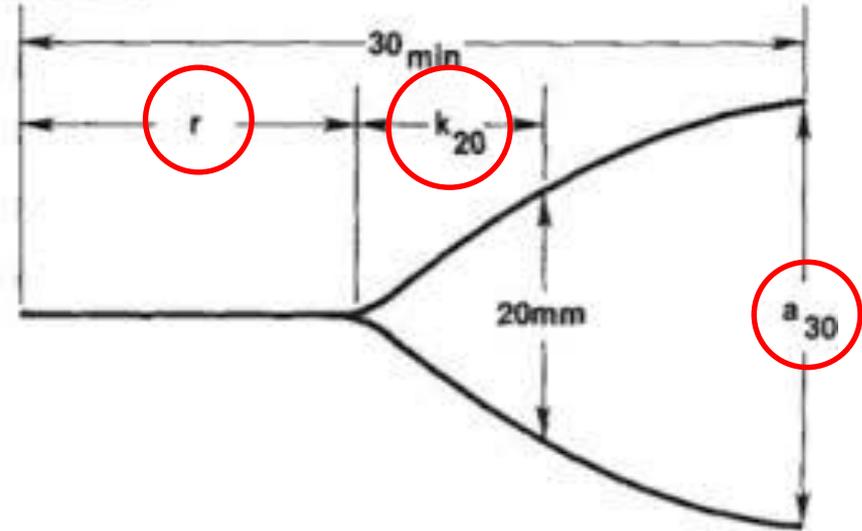
Resa:
(netto cagliata/netto latte)*100



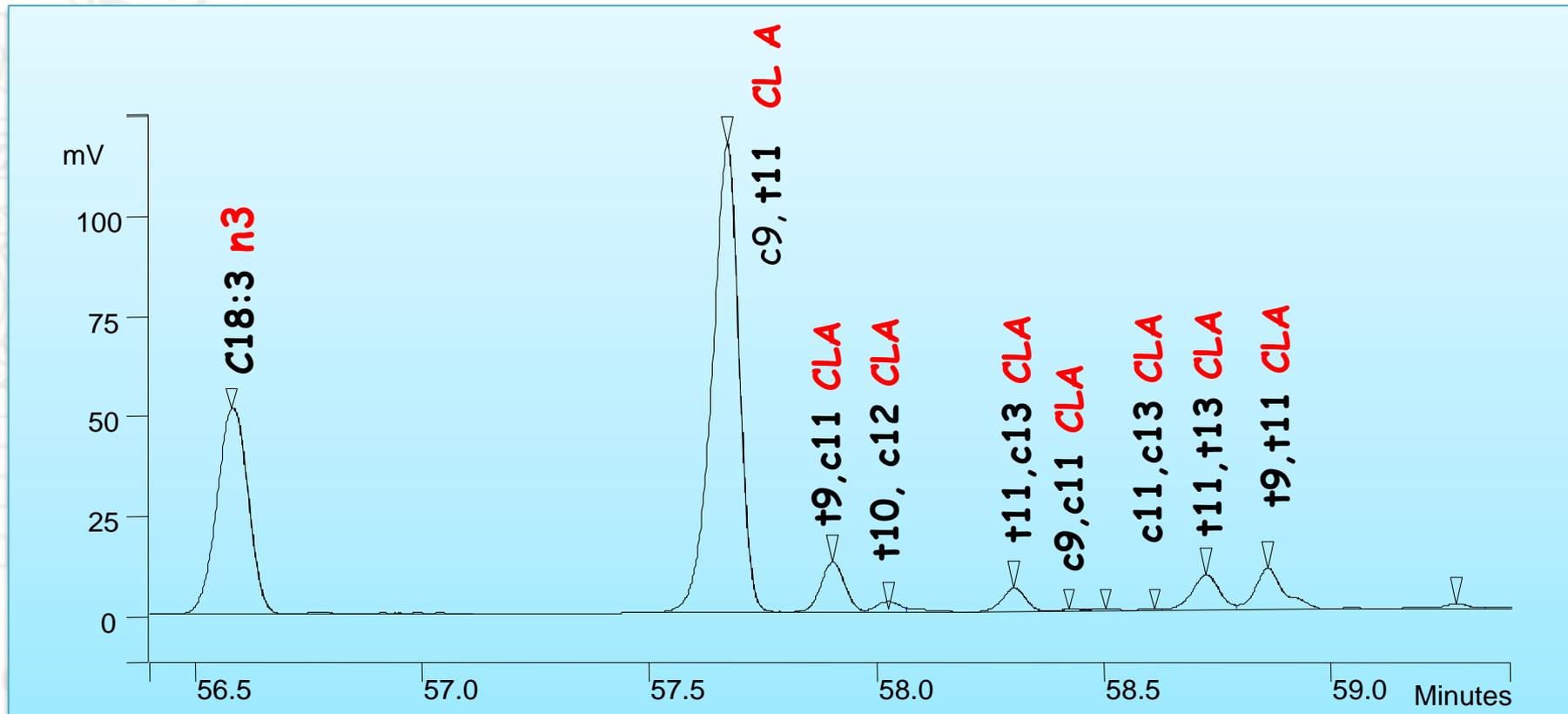
Formagraph (r, k_{20} , a_{30})



ENZYME ADDITION



Analisi profilo acidico



Risultati



	Media	dev.st.
Contenuto in grasso	6,15	1,26
Contenuto in proteine	5,48	0,64
Contenuto in caseine	4,26	0,53
Contenuto in lattosio	4,77	0,35
Conta cellule somatiche	1795,00	4148,00
pH	6,60	0,14
Urea mg/1 latte)	37,67	12,52
Punto Crioscopico	0,57	0,01
NaCl	150,03	42,95
AGS (%)	62,32	4,70
AGI (%)	29,66	4,75
C18:1 trans 11 (%)	2,64	0,92
C18: 3 n3(%)	1,12	0,37
CLA (%)	1,19	0,49

Risultati



	media	dev.st.
RIF	35,96	8,53
r (minuti)	15.57	6.77
k_20 (minuti)	1.59	0.79
A30 (mm)	52,78	16,77

Risultati



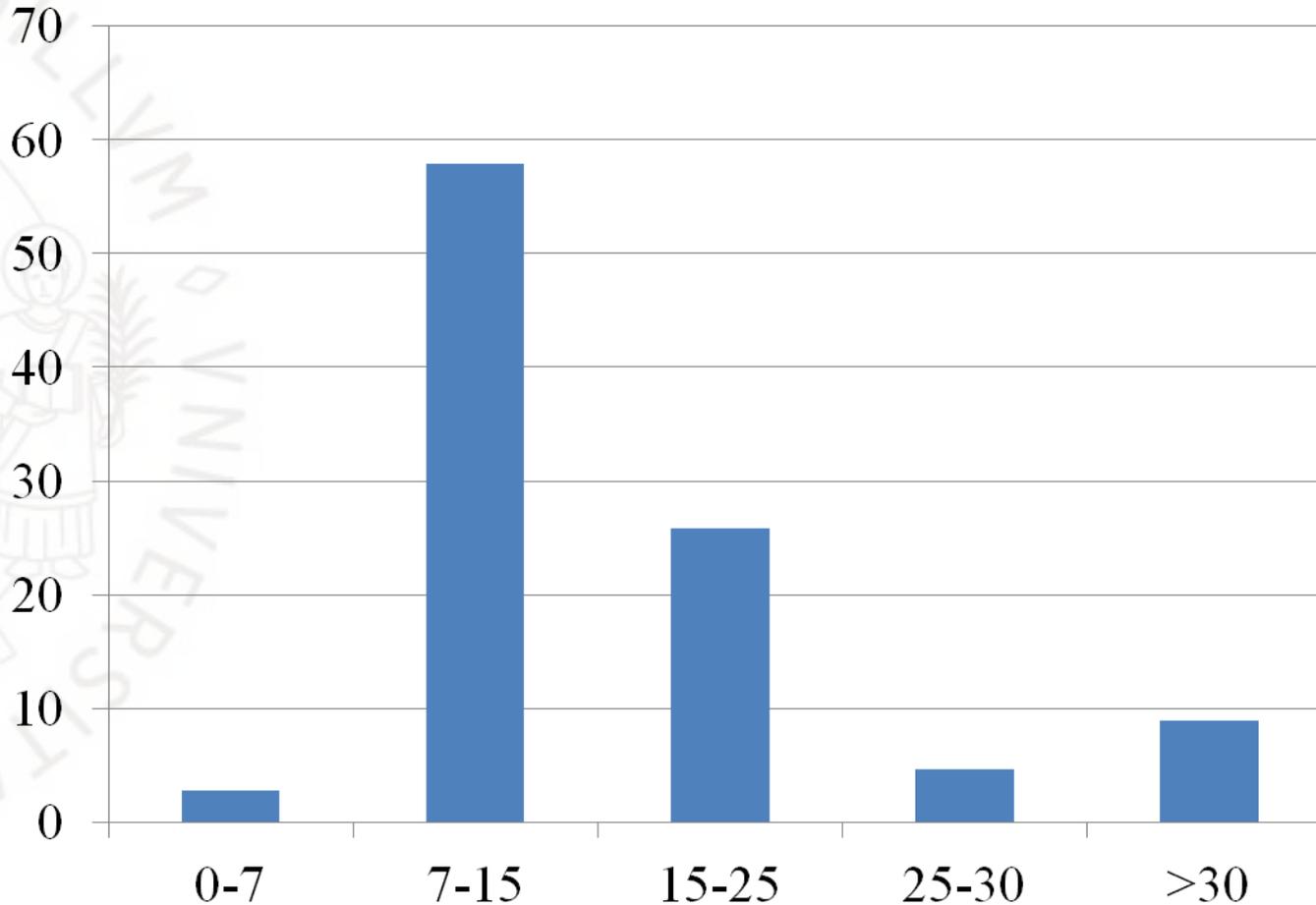
Valori medi profilo acidico grasso del latte

Fatty acid (%)	Media	Dev std	Minimo	Massimo
C18:1t11	2.06	1.03	0.46	5.77
C18:3n3	0.89	0.50	0.20	3.35
CLAc9t11	1.03	0.47	0.28	3.16
SFA	67.63	3.92	49.43	82.97
MUFA	25.90	3.64	11.95	45.26
PUFA	6.46	1.43	2.79	12.24

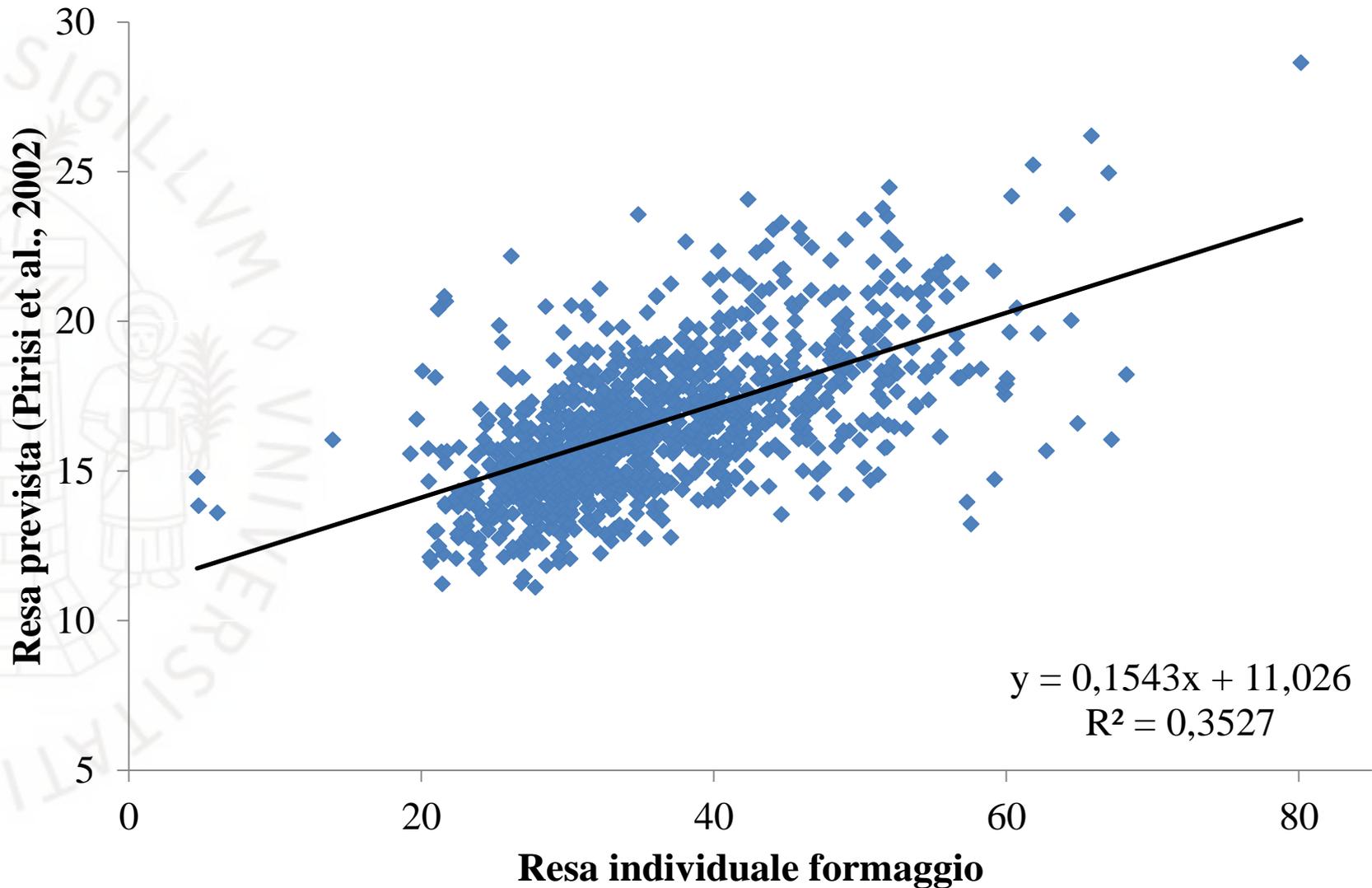
Risultati



Classi tempo di coagulazione



Relazione resa misurata e resa prevista



Analisi delle correlazioni tra le variabili che definiscono l'attitudine casearia del latte

- ❑ Tra le variabili che definiscono la qualità del latte esiste un complesso pattern di correlazioni
- ❑ Stime discordanti
- ❑ Analisi della struttura delle correlazioni



J. Dairy Sci. 99:4547–4557
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10589>
© American Dairy Science Association®, 2016.

Derivation of multivariate indices of milk composition, coagulation properties, and individual cheese yield in dairy sheep

M. G. Manca,* J. Serdino,* G. Gaspa,* P. Urgeghe,* I. Ibba,† M. Contu,‡ P. Fresi,‡ and N. P. P. Macciotta*¹

Analisi delle correlazioni tra le variabili che definiscono l'attitudine casearia del latte

Analisi dei fattori

- ❑ L'analisi statistica multivariata comprende diverse tecniche utili per lo studio e l'analisi di pattern di correlazione complessi
- ❑ Una tecnica adeguata per lo studio della struttura di correlazione fra le variabili che definiscono la qualità del latte è l'analisi dei fattori
- ❑ Riduzione di un pattern complesso di correlazioni attraverso l'estrazione di nuove variabili chiamate **fattori comuni o fattori latenti**, in grado di spiegare la covarianza del sistema

Risultati



Correlazioni di Pearson e parziali tra caratteri di composizione proprietà di coagulazione del latte

	RCT	A30	k20	RIF	FP	PP	LAC	SCS	CAS	FRE	pH	NaCl
RCT	*	-0.40	0.66	0.34	0.11	0.28	-0.27	0.40	0.27	-0.06	0.61	0.29
A30	-0.02	*	-0.70	-0.30	-0.17	0.02	0.25	-0.23	0.03	0.19	-0.15	-0.23
k20	0.47	-0.56	*	0.28	0.09	0.00	-0.31	0.34	-0.01	-0.20	0.36	0.36
RIF	-0.01	-0.16	0.05	*	0.55	0.42	-0.29	0.30	0.42	0.07	0.21	0.16
FP	-0.08	-0.05	-0.06	0.45	*	0.46	-0.49	0.26	0.48	0.09	-0.06	0.17
PP	-0.08	-0.03	-0.01	0.05	-0.26	*	-0.43	0.25	0.99	0.14	-0.05	0.13
LAC	0.03	0.03	-0.07	0.26	-0.72	-0.02	*	-0.41	-0.39	0.40	0.04	-0.84
SCS	0.07	0.00	0.07	0.01	0.15	0.01	0.12	*	0.24	-0.09	0.26	0.41
CAS	0.13	0.05	-0.02	-0.00	0.21	0.99	-0.08	0.01	*	0.17	-0.06	0.07
FRE	-0.02	0.03	0.02	-0.17	0.57	-0.00	0.77	-0.11	0.08	*	0.03	-0.26
Ph	0.55	0.14	-0.03	0.14	0.07	0.02	0.15	0.09	-0.04	-0.08	*	0.09
NaCl	0.08	0.06	-0.01	0.23	-0.58	0.20	-0.92	0.21	-0.30	0.66	0.09	*

MSA = 0.6

Risultati



Struttura dei fattori comuni e comunality

Carattere	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4	Comunality
Grasso %	0.72	-0.12	-0.18	-0.34	0.68
Proteina %	0.91	-0.09	0.12	0.15	0.88
Caseina %	0.92	-0.03	0.11	0.14	0.89
Lattosio%	-0.42	0.87	-0.02	0.14	0.95
Somatic Cell Score	0.29	-0.42	0.47	-0.09	0.49
Punto crioscopico	0.28	0.64	0.08	0.14	0.52
pH	-0.09	0.08	0.86	-0.08	0.77
NaCl	0.10	-0.86	0.19	-0.08	0.79
Resa individuale	0.62	0.03	0.17	-0.48	0.64
Tempo di coagulazione	0.20	-0.14	0.82	-0.30	0.83
Tempo di rassodamento	-0.04	-0.26	0.49	-0.70	0.80
Consistenza del coagulo	0.01	0.16	-0.15	0.87	0.82
Varianza spiegata (%)	25	19	17	15	

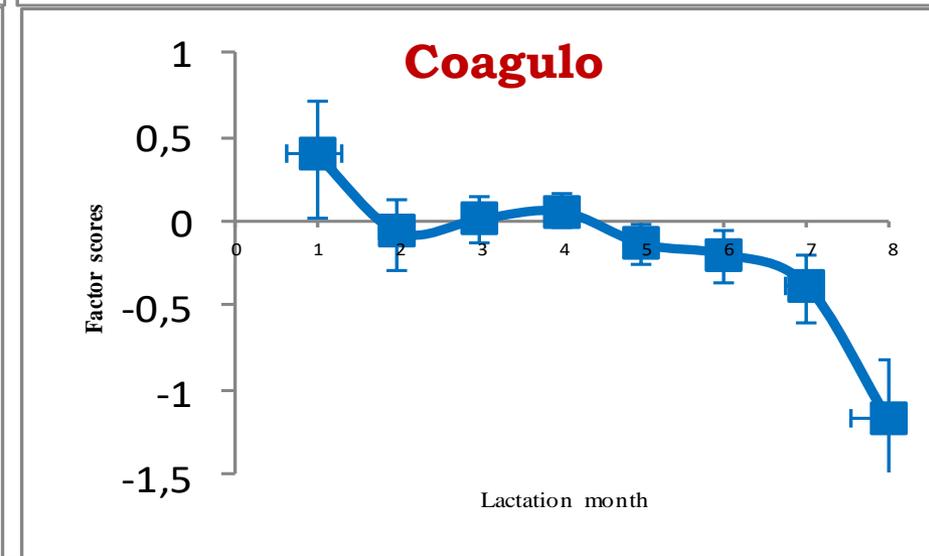
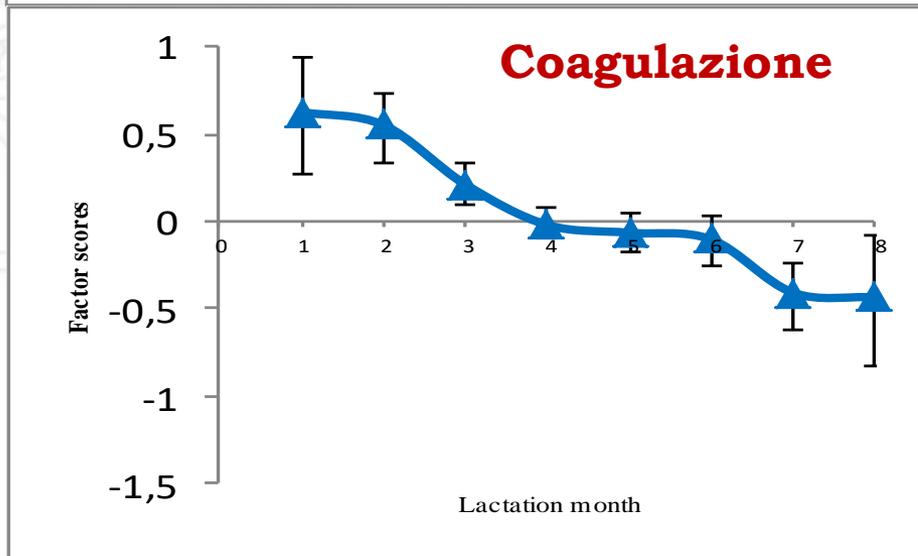
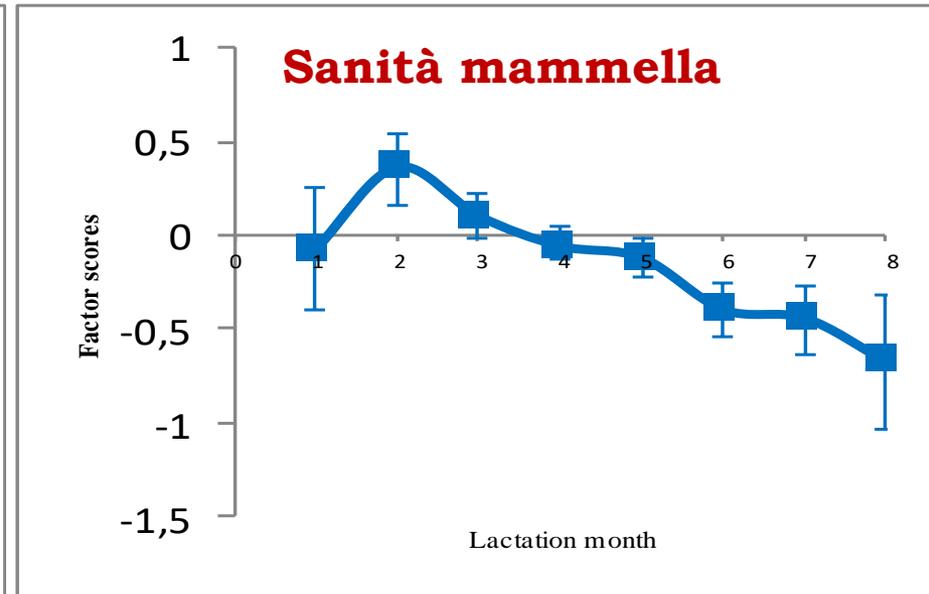
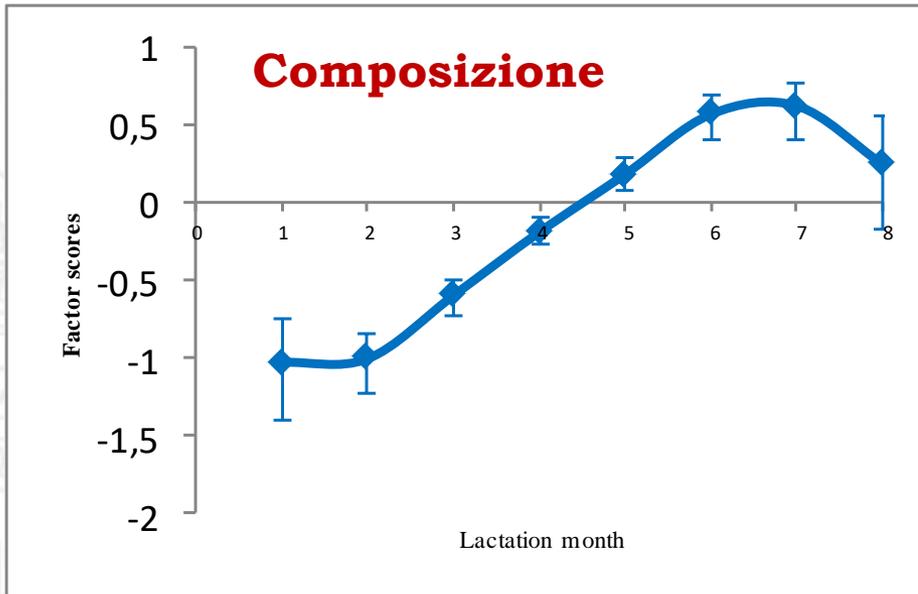
Risultati



Struttura dei fattori comuni e comunaltà

Carattere	Composizione	Sanità mammella	Coagulazione	Coagulo
Grasso %	0.72	-0.12	-0.18	-0.34
Proteina %	0.91	-0.09	0.12	0.15
Caseina %	0.92	-0.03	0.11	0.14
Lattosio%	-0.42	0.87	-0.02	0.14
Somatic Cell Score	0.29	-0.42	0.47	-0.09
Punto crioscopico	0.28	0.64	0.08	0.14
pH	-0.09	0.08	0.86	-0.08
NaCl	0.10	-0.86	0.19	-0.08
Resa individuale	0.62	0.03	0.17	-0.48
Tempo di coagulazione	0.20	-0.14	0.82	-0.30
Tempo di rassodamento	-0.04	-0.26	0.49	-0.70
Consistenza del coagulo	0.01	0.16	-0.15	0.87
Varianza spiegata (%)	25	19	17	15

Pattern dei fattori comuni lungo la lattazione



Alcune considerazioni



- ❑ Analisi del pattern di correlazione fra le variabili che definiscono la qualità del latte e la sua attitudine casearia
- ❑ Riduzione dimensioni del sistema (12 variabili 4 fattori)
- ❑ Bassa o nulla correlazione fra le nuove variabili estratte
- ❑ Utilizzo per il management ed il miglioramento genetico

Ereditabilità proprietà casearie



Le proprietà casearie mostrano variabilità genetica

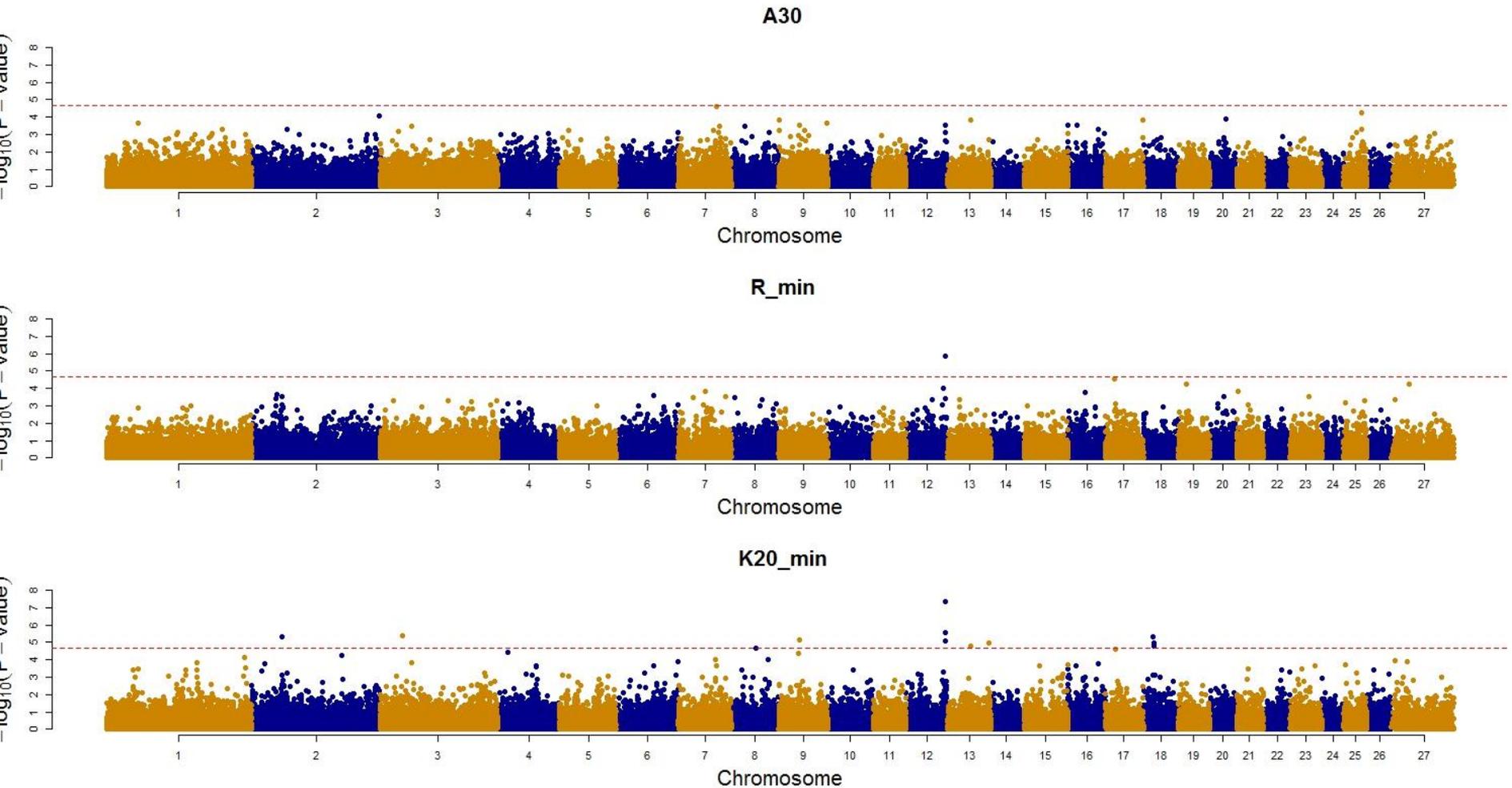
Carattere	n.	h^2	r^2_{FTD}
RCT (min)	908	0.23	0.13
Log k_{20} (min)	879	0.15	0.22
a_{30} (mm)	907	0.14	0.28
Resa individuale	1017	0.16	0.26
Resa stimata	998	0.14	-

Correlazioni genetiche



Carattere	Logk ₂₀	a ₃₀	resa
RCT (min)	0.84	-0.80	0.55
Logk ₂₀ (min)		-0.91	0.64
a ₃₀ (mm)			-0.67

Zone del genoma coinvolte



Gaspa et al., 2016, ADSA meeting

Proprietà casearie del latte



Difficoltà nella misura di routine

Alternative possibili:

Uso di fenotipi facili da misurare

Loro previsione con misure indirette

Spettro del medio infrarosso (MIR)

Uso dello spettro MIR per prevedere parametri di coagulazione e rese



700 pecore di calibrazione

Resa

R, k20, a30

Spettri MIR

Calibrazione
Modello matematico

300 pecore di previsione

Spettri MIR

Previsione
R, K20, a30

Il disegno sperimentale



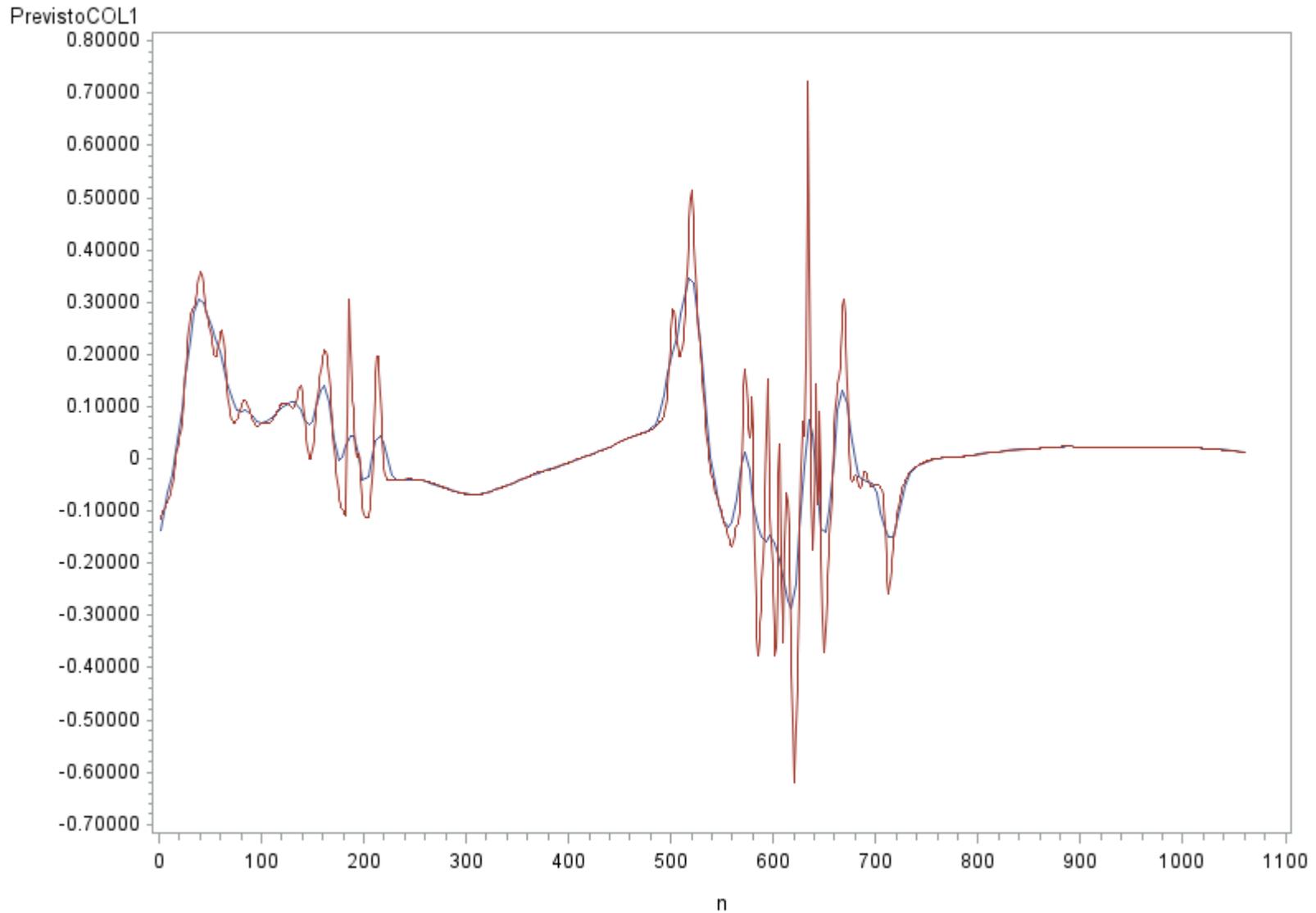
**SPETTRO COMPLETO
DATO GREZZO**

**SPETTRO RIDOTTO
DATO GREZZO**

**SPETTRO COMPLETO
CORREZIONE LOESS**

**SPETTRO RIDOTTO
CORREZIONE LOESS**

Correzione LOESS



Risultati



Resa individuale in formaggio

Scenario	R ²	RMSEP	b _{oss,prev}	a _{oss,prev}
MIR	0.60 ± 0.05	5.19 ± 0.40	0.92 ± 0.07	2.67 ± 2.26
LOESS_MIR	0.65 ± 0.05	4.95 ± 0.38	0.95 ± 0.07	1.65 ± 2.39
no_H ₂ O_MIR	0.66 ± 0.05	4.78 ± 0.38	0.96 ± 0.07	1.36 ± 2.38
no_H ₂ O_LOESS_MIR	0.66 ± 0.05	4.81 ± 0.38	0.95 ± 0.07	1.77 ± 2.44

Risultati



Tempo di coagulazione r

Scenario	R^2	RMSEP	$b_{\text{oss,prev}}$	$a_{\text{oss,prev}}$
MIR	0.49 ± 0.07	3.15 ± 0.25	0.87 ± 0.09	1.71 ± 1.17
LOESS_MIR	0.53 ± 0.08	3.02 ± 0.26	0.90 ± 0.13	1.30 ± 1.68
no_H ₂ O_MIR	0.59 ± 0.10	2.81 ± 0.35	0.91 ± 0.16	1.23 ± 2.10
no_H ₂ O_LOESS_MIR	0.59 ± 0.09	2.83 ± 0.33	0.91 ± 0.13	1.18 ± 1.18

Risultati



Tempo di rassodamento del coagulo k20

Scenario	R ²	RMSEP	b _{oss,prev}	a _{oss,prev}
MIR	0.37 ± 0.07	0.54 ± 0.06	0.79 ± 0.12	0.36 ± 0.20
LOESS_MIR	0.41 ± 0.06	0.52 ± 0.06	0.86 ± 0.13	0.24 ± 0.21
no_H ₂ O_MIR	0.47 ± 0.07	0.49 ± 0.05	0.88 ± 0.12	0.20 ± 0.20
no_H ₂ O_LOESS_MIR	0.43 ± 0.07	0.51 ± 0.05	0.86 ± 0.14	0.24 ± 0.22

Risultati



Consistenza del coagulo a30

Scenario	R ²	RMSEP	b _{oss,prev}	a _{oss,prev}
MIR	0.31 ± 0.05	9.60 ± 0.56	0.77 ± 0.09	12.55 ± 5.64
LOESS_MIR	0.32 ± 0.06	9.51 ± 0.57	0.83 ± 0.11	9.33 ± 6.56
no_H ₂ O_MIR	0.42 ± 0.06	8.78 ± 0.52	0.87 ± 0.10	7.35 ± 5.81
no_H ₂ O_LOESS_MIR	0.38 ± 0.06	9.18 ± 0.55	0.84 ± 0.10	8.54 ± 6.00

Alcune considerazioni



- Buona accuratezza di previsione per resa individuale e tempo di coagulazione
- Risultati comparabili a quelli ottenuti per i bovini
- Effetto della correzione LOESS nel caso dell'utilizzo dello spettro completo

Alcune considerazioni



- L'utilizzo delle previsioni MIR potrebbe consentire l'inclusione di nuovi obiettivi di selezione a costo zero
- Necessità di conservare i dati



- Bilancio energetico (Mc Parland and Berry, 2016)
- Diagnosi di gravidanza (Martin et al., 2015)
- Iperchetonemia (van der Drift et al., 2012)
- Composizione acidica grasso del latte (Soyeurt et al., 2011)
- Lattoferrina (Soyeurt et al., 2007)
- Emissioni di metano (Vanlierde et al., 2015)
- Tasso di concepimento (Kempstalk et al., 2015)

Fattori che influenzano il contenuto di NaCl

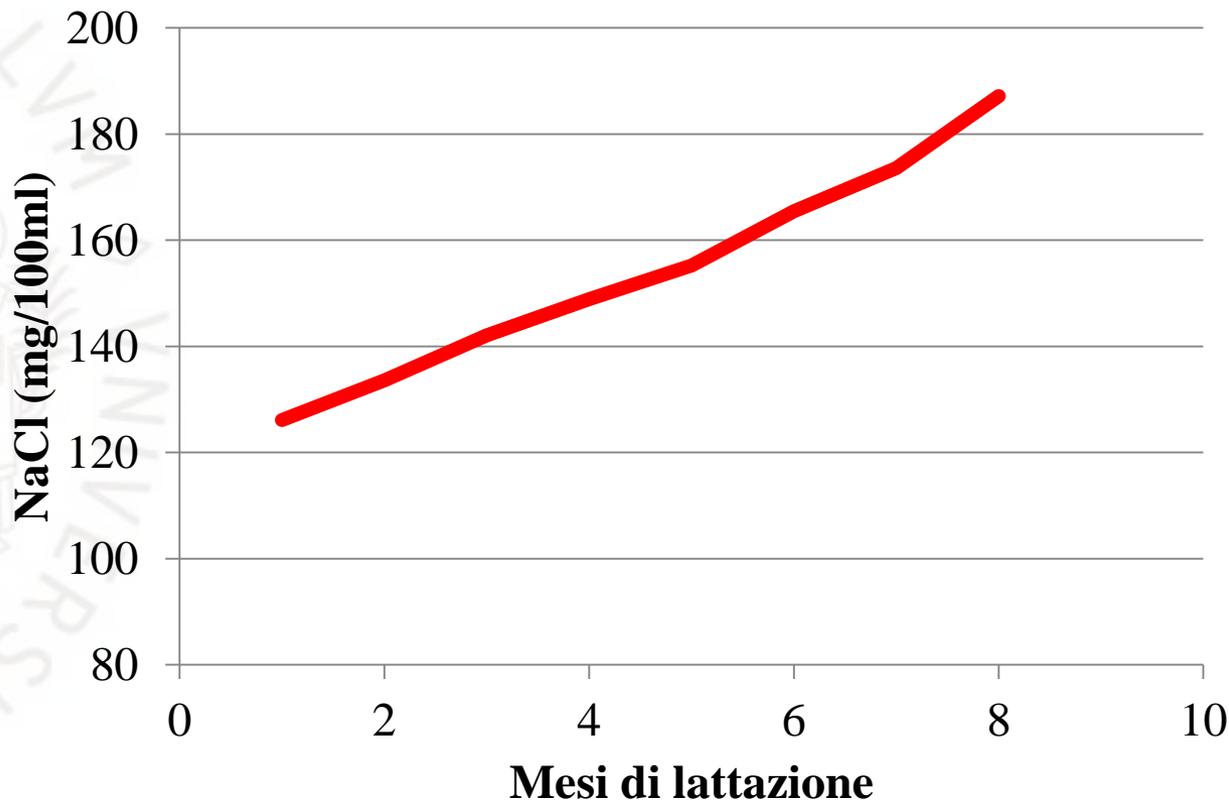


Effetti	NaCl (mg/100ml)	SE
Ordine di parto		
2	144.23 b	3.37
3	157.39 a	3.62
4	148.89 ab	3.27
5	152.51 ab	3.36
6	156.66 ab	3.80
7	159.09 a	3.79
8	159.32 a	3.93
6	165.48 c	2.99
7	173.58 b	3.45
8	187.15 a	4.54

Fattori che influenzano il contenuto di NaCl



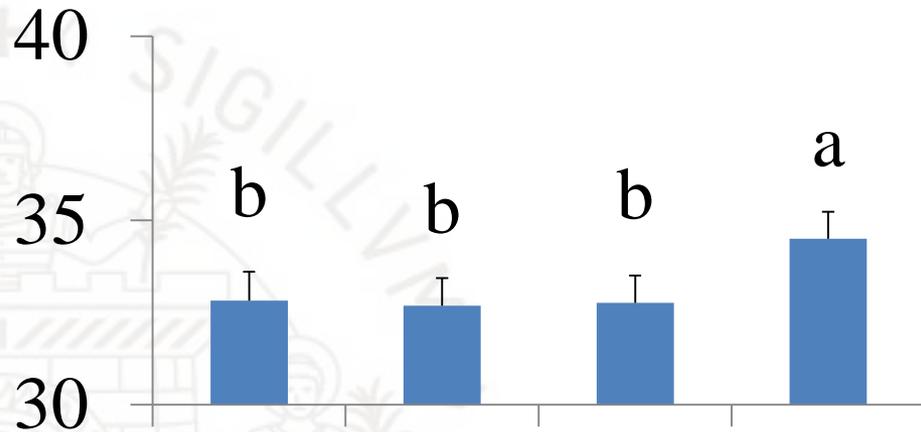
NaCl



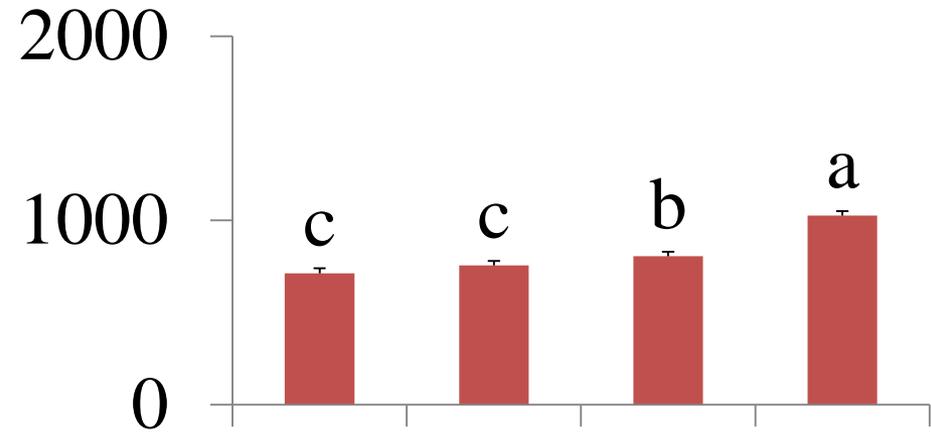
NaCl e attitudine casearia



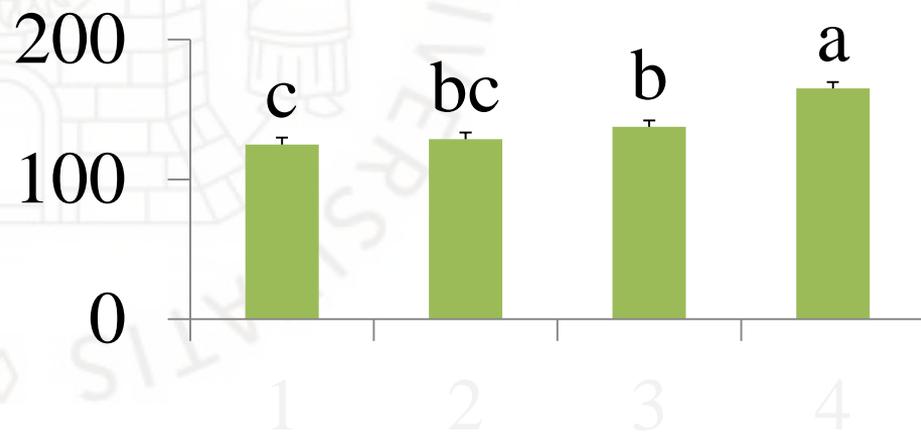
RIF (%)



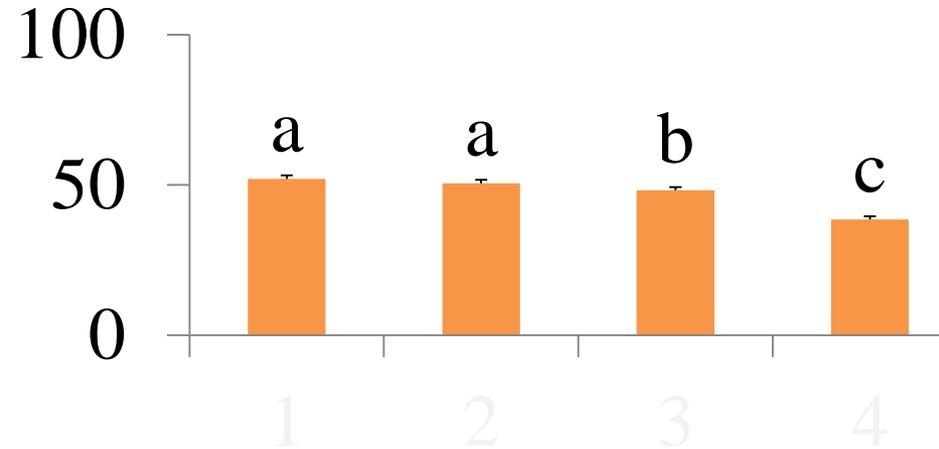
RCT (sec)



k20 (sec)



a30 (mm)



Considerazioni finali



- Miglioramento genetico qualità del latte ovino
- Possibilità di aumentare i fenotipi disponibili a costo zero
- Grandi prospettive con le nuove tecnologie analitiche
- Unione di dati provenienti da diverse fonti (Big Data)

Grazie



- Ricerca finanziata dalla Regione Autonoma della Sardegna, Legge Regionale 7 Agosto 2007, progetto tender “**Il latte Ovino della Sardegna**”.
- Si ringraziano le Associazioni Provinciali Allevatori delle Province of Cagliari, Nuoro, Oristano and Sassari l’Associazione Regionale Allevatori della Sardegna, L’Associazione Italiana Allevatori e l’Associazione Nazionale della Pastorizia per la preziosa collaborazione .

Grazie



- **Massimo Cellesi**
- **Alberto Cesarani**
- **Fabio Correddu**
- **Corrado Dimauro**
- **Giustino Gaspa**
- **Elisabetta Manca**
- **Maria Grazia Manca**
- **Gabriele Marras**
- **Antonio Puledda**
- **Jessica Serdino**
- **Silvia Sorbolini**