



A.D. 1308
unipg
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA



A.D. 1308
unipg
DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI E AMBIENTALI

Sottomisura 16.2 bando PIF AGRO 2022 – PSR Marche 2014/2022 – ID SIAR 6905

POLLO BIORIGENERATIVO: IL MODELLO MARCHIGIANO RISPETTOSO DELL'AMBIENTE E DELLA BIODIVERSITA'

Responsabile UNIPG: Prof. Cesare Castellini

Personale coinvolto UNIPG: Prof.ssa Simona Mattioli, Prof.ssa Lucia Rocchi, Dott.ssa Francesca Di Federico, Dott.ssa Marta Vispi, Dott.ssa Luigia Bosa, Dott. Lorenzo Nompleggio, Dott. Alberto Basili

Attività svolte da UNIPG

- 1) Analisi chimiche delle diete
- 2) Rilievi comportamentali
- 3) Valutazione del piumaggio e delle lesioni
- 4) Valutazione delle performance produttive
- 5) Valutazione e qualità delle carcasse
- 6) Analisi chimico-fisiche della carne
- 7) Profilo acidico della carne
- 8) Stato ossidativo della carne
- 9) Valutazione dell'impatto ambientale

PIANO SPERIMENTALE

- ✓ 6.300 pulcini Ranger Classic di 1 giorno di età accasati il 10/03/2025
- ✓ Suddivisi in **2 gruppi sperimentali**:

1) GRUPPO CNT

- Capannone 2
- 3.500 pulcini
- Dieta standard

2) GRUPPO LOW

- Capannone 1
- 2.800 pulcini
- Dieta a basso contenuto proteico (dal 43°giorno)

- ✓ Accesso libero a un parchetto esterno durante le ore diurne a partire dal 14/04/2025



Figura 1: Parchetto capannone 2



Figura 2: Parchetto capannone 1

1. COMPOSIZIONE DIETE SPERIMENTALI

- **Fino ai 42 giorni di età:** dieta identica per entrambi i gruppi
- **Dal 43° giorno:** dieta differenziata

Gruppo LOW → riduzione della percentuale proteica al **17,5%** (rispetto al **19,5%** del gruppo CNT)

aumento del **favino** dal 7,6% al 14%

riduzione della **soia integrale** e **soia pannello**

- Registrazione settimanale dei **pesi** e **consumi alimentari**
- Calcolo degli **accrescimenti medi giornalieri (AMG, g/d)** e **dell'indice di conversione alimentare (ICA)** per entrambi i gruppi

Tabella 1: Principali ingredienti delle diete dei 2 gruppi

		CNT	LOW
Favino	%	7,6	14,0
Soia	"		
integrale		15,0	18,0
Soia pannello	"	13,3	3,5

Tabella 2: Profilo antiossidante delle diete dei due gruppi

Antiossidanti		CNT	LOW
δ -T	mg/g	18,33	15,46
γ -T	"	23,75	23,41
α -T	"	17,89	17,19
Σ tocoli	"	59,97	56,06
Acido retinico	"	0,56	0,74
Astaxantina	"	0,07	0,10
Luteina	"	1,28	0,58
Zeaxantina	"	24,12	15,85
Apo- β	"		
carotene	"	6,57	5,76
	"		
β -carotene	"	12,68	10,92
	"		
Σ caroteni		44,72	33,21

Tabella 3: Composizione in acidi grassi delle diete dei due gruppi

Acidi grassi		CNT	LOW
	ug/g		
C16:0		12,48	12,89
C16:1	"	0,16	0,16
C18:0	"	3,92	4,22
	"		
C18:1n-9		26,76	27,84
C18:2n-6,	"		
LA		47,37	46,06
	"		
C18:3 n-3,			
α-ALA		5,12	4,52
SFA	"	16,49	17,22
MUFA	"	26,95	28,04
PUFA	"	52,49	50,58

valutazioni

2. OSSERVAZIONE DEL COMPORTAMENTO

A partire dai **37 giorni** di vita (15/04/2025), poi a 57 giorni (05/05/2025) e a 65 giorni (13/05/2025), attraverso l'utilizzo di fotocamere (Figura 3)

Ogni video è stato analizzato **4 volte in 1 ora, ogni 15 minuti, per 10 secondi**



OBIETTIVO

caratterizzare ampie **differenze comportamentali** tra i 2 gruppi, come:

- Attività locomotoria
- Comportamento di foraggiamento



•L'etogramma è basato sull'ontologia ATOL, che standardizza i caratteri registrati

Tabella 4: Etogramma utilizzato per specie avicola

Comportamenti	Rifer. atol	Descrizione
STATICI	Sdraiato	ATOL_0000837 Pollo sdraiato con la parte inferiore a contatto con il pavimento
	A riposo	ATOL_0000816 Pollo in piedi con il corpo parallelo al suolo, testa eretta e occhi aperti. Solo i piedi toccano il terreno
	Dorme	ATOL_0000873 Pollo che dorme con la testa in posizione bassa (sotto l'ala o sul terreno) e occhi chiusi
ATTIVI	Cammina	ATOL_0000805 Pollo che si muove compiendo più di tre passi
	Corre	ATOL_0000806 Pollo che si muove rapidamente compiendo più di tre passi
	Nascondersi	ATOL_0000814 Pollo che si muove tra erba e cespugli per trovare un posto dove nascondersi
ALIMENTARSI	Becca cibo	ATOL_0000363 Pollo che becca all'interno della mangiatoia
	Beve	ATOL_0000361 Pollo che becca il nipple
	Becca erba	ATOL_0000844 Pollo che becca l'erba
CONFORT	Becca altro	ATOL_0000845 Pollo che becca altro
	Self-grooming	ATOL_0000823 Pollo che si liscia le proprie piume
	Grattare	ATOL_0000360 Pollo che gratta il terreno con le zampe
	Stretching	ATOL_0000822 Pollo che stira il corpo e le zampe
	Sbattere ali	ATOL_0000822 Pollo che sbatte le ali con il petto sporgente e postura eretta
	Gonfiarsi	ATOL_0005361 Pollo che gonfia le piume del petto
	Bagni di sabbia	ATOL_0000824 Pollo che si cosparge di sabbia o altro materiale accovacciandosi e muovendo corpo, ali e zampe
INTERAZIONI	Attacco	ATOL_0000813 Pollo che combatte con un altro
	Fuga	Pollo che scappa da un conspecifico
	Allo-grooming	ATOL_0000826 Pollo che liscia le piume di un conspecifico



Figura 3: Videocamere utilizzate per riprese comportamentali

Risultati dell'osservazione comportamentale

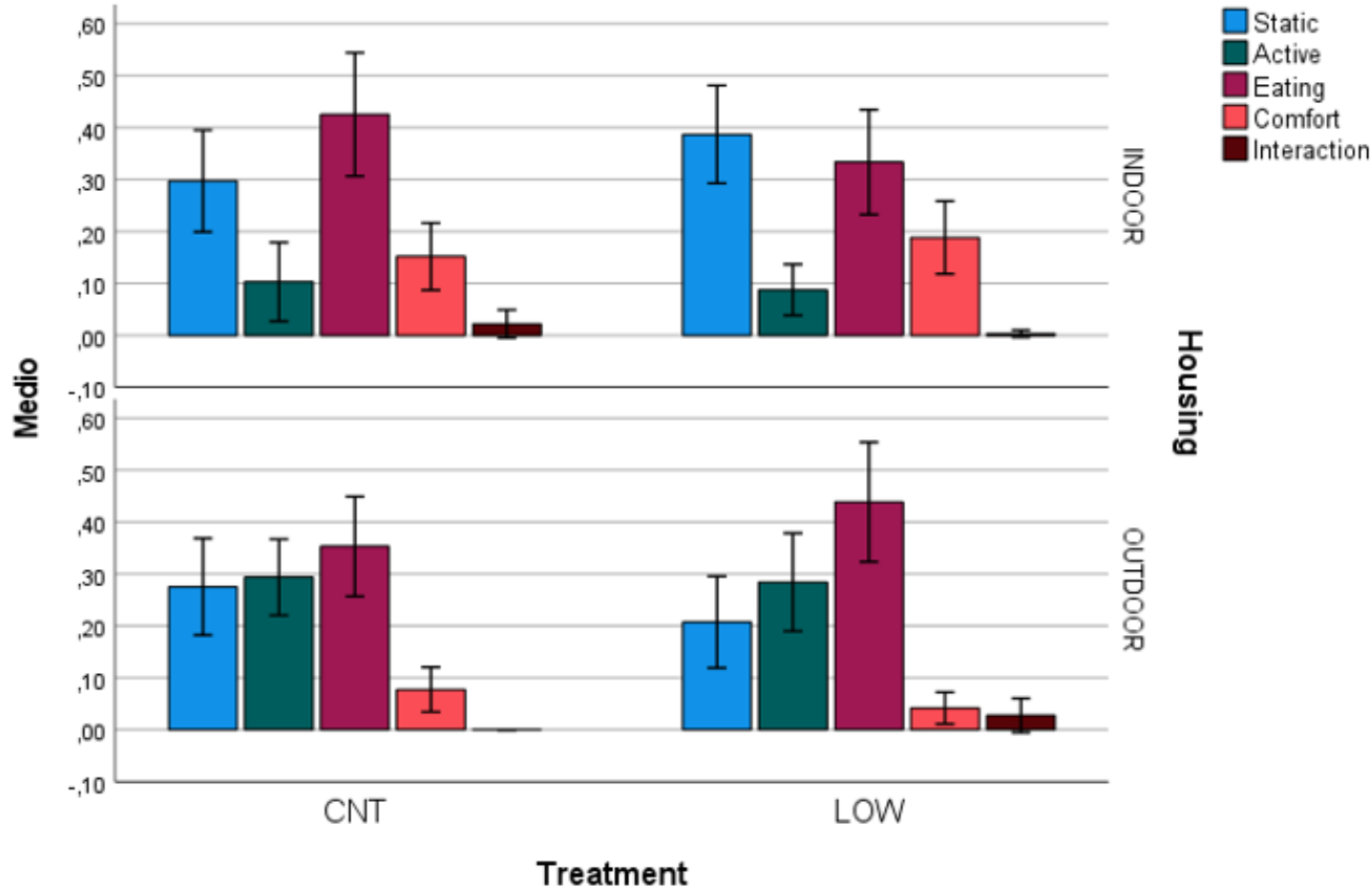


Figura 4: Risultati dei rilevamenti comportamentali

Differenze significative:

- principali differenze nei **comportamenti in ambito indoor e outdoor**
- **maggior % di tempo nel mangiare erba (eating) del gruppo LOW**
- **Trattamento alimentare:** non sono state osservate differenze statisticamente significative nelle attività comportamentali tra il gruppo CNT e il gruppo LOW



Differenze comportamentali influenzate da fattori ambientali (indoor vs outdoor) piuttosto che dal trattamento alimentare

3. CONDIZIONI DEL PIUMAGGIO E LESIONI

Valutazione delle condizioni fisiche:

- **Lesioni:** monitoraggio delle **lesioni plantari e sternali**
- **Piumaggio:** esame dello stato del piumaggio degli animali a livello di **dorso, collo, coda e ala**

Valutazioni lungo tutto il ciclo → a 37 giorni (15/04/2025); a 57 giorni (05/05/2025) e a 65 giorni (13/05/2025)

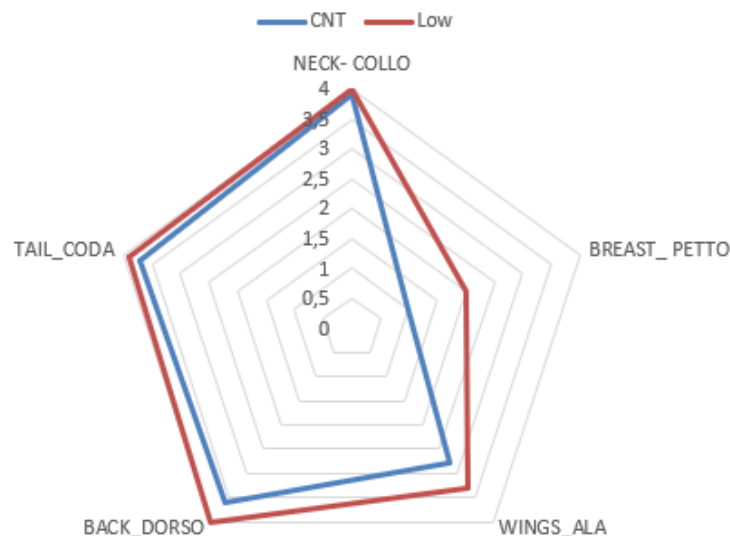


Figura 5: Diagramma radar delle condizioni del piumaggio in 3 archi temporali (0=pessimo – 4=ottimale)

Risultati:

- **Dorso, collo e coda:** ottima condizione in entrambi i gruppi (CNT e LOW)
- **Ala:** condizione moderata, con gruppo LOW che presenta migliore condizione rispetto al CNT
- **Regione pettorale:** il gruppo CNT ha mostrato uno scarso **piumaggio**, contrariamente al gruppo LOW
- Nessuna **lesione plantare e/o sternale** rilevata

4. PERFORMANCE PRODUTTIVE

		CNT	LOW	Errore standard	P value
Peso vivo (81 d)	g	2890	2700	60,23	0,095
AMG	g/d	35,15	32,80	2,15	0,018
Consumo medio alimento	"	95,9	96,6	6,22	0,207
Ingestione ME	Kcal/d	294	292	13,5	0,303
Ingestione proteine	g/d	17,1	16,3	1,24	0,09
ICA		2,67	2,98	-	-
Mortalità	%	1,1	1,2		

Tabella 5: Performance produttive

- Dopo il cambio di mangime, si sono **progressivamente ridotte le prestazioni produttive** nel gruppo **LOW**, rispetto al gruppo CNT
- Bassa mortalità

Gli animali sono stati sacrificati a **80 giorni (gruppo CNT)** e a **85 giorni (gruppo LOW)** di età, rispettivamente il 28/05/2025 e il 04/06/2025

4. PERFORMANCE PRODUTTIVE

valutazioni

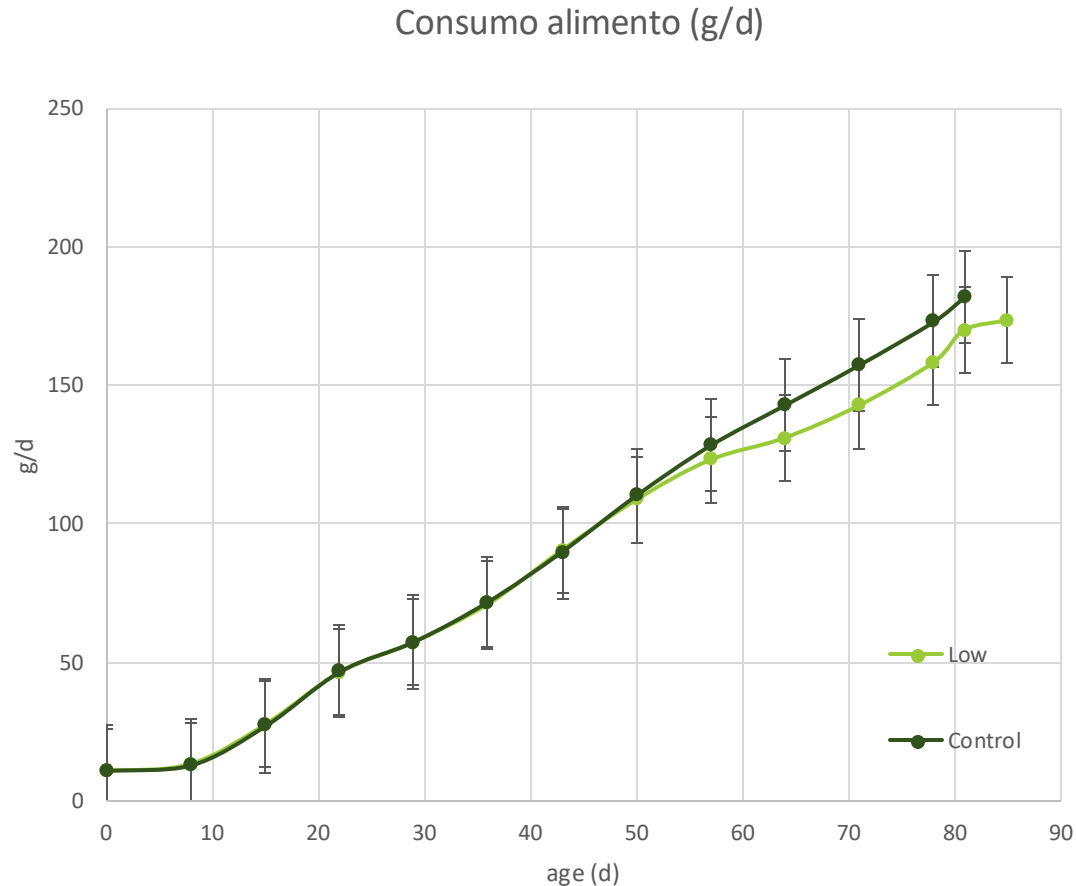


Figura 6: Consumo medio di alimento nei due gruppi

- Il gruppo **LOW** ha consumato la stessa quantità di **energia metabolizzabile (EM)** del gruppo CNT, ma meno **proteine**
- **Consumo alimentare inferiore** nel gruppo **LOW** nelle ultime fasi di accrescimento

Tabella 6: Performance produttive

		CNT	LOW
Consumo medio alimento	g/d	95,9	96,6
Ingestione ME	Kcal/d	294	292
Ingestione proteine	g/d	17,1	16,3

4. PERFORMANCE PRODUTTIVE

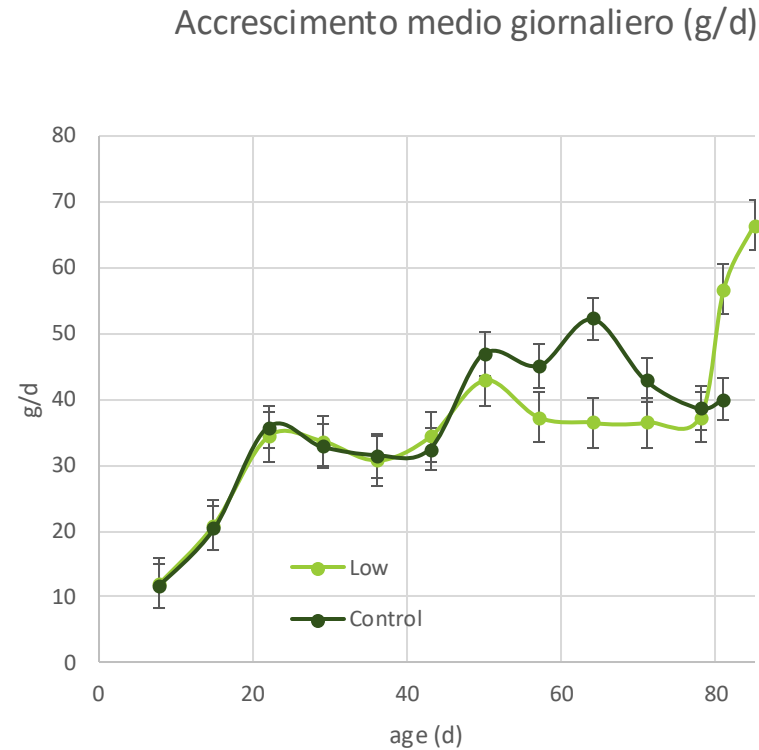


Figura 7: Accrescimento medio giornaliero (g/d) dei due gruppi

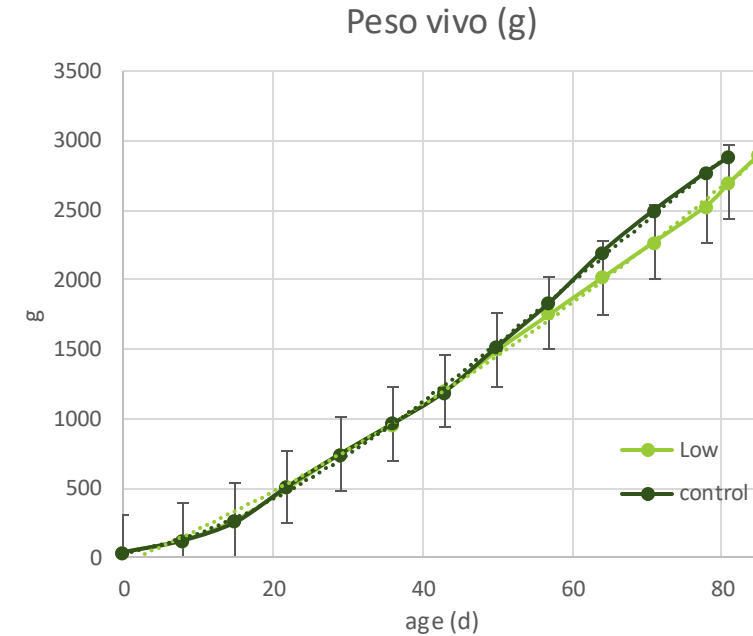


Figura 8: Peso vivo (g) dei due gruppi

- **Diminuzione del tasso di crescita nel gruppo LOW (Figura 6)**
- **Crescita compensativa alla fine del ciclo nel gruppo LOW** → adattamento del metabolismo dei polli alla **minore densità proteica** della dieta, che ha consentito un recupero nelle fasi finali. (Figura 6)

5. QUALITA' DELLE CARCASSE

Tabella 7: Caratteristiche della carcassa

				Errore	
		CNT	LOW	standard	P value
Peso busto	g	2201	1988	55	0,009
Resa busto	%	75,18	72,91	1,93	0,010
Grasso deposito	g	18,04	20,12	2,14	0,247
Lunghezza sterno	cm	17,50	18,15	0,40	0,436
Spessore petto	cm	3,75	2,94	0,14	0,003
Lunghezza tibia	cm	13,55	15,05	0,22	0,008
Petto	g	614,70	491,60	32,22	0,002
Resa petto	%	27,93	24,73	2,11	0,007
Coscia disossata	g	104,61	90,62	3,14	0,021
Osso	g	41,89	42,86	1,04	0,652
Resa coscia	%	13,30	13,53	1,10	0,450
Carne/osso		2,50	2,14	0,05	0,070

valutazioni

Valutazioni carcasce:

- **Pesi e rese in busto e dei tagli principali (petto e coscia) inferiori nel gruppo LOW** rispetto al CNT
- **Migliore conformazione della carcassa nel gruppo LOW**, in particolare lunghezza sterno e tibia
- Nessuna differenza significativa per il **grasso di deposito** tra i gruppi, ma il trend mostra valori inferiori nel gruppo CNT



Figure 9 e 10: Foto carcasse gruppo CNT



Foto 11 e 12: Foto carcasse gruppo LOW

6. ANALISI FISICO-CHIMICHE DELLA CARNE

Analisi delle caratteristiche fisiche:

- **pH ultimo:** misurato 24 ore post-macellazione utilizzando un pHmetro digitale
- **Capacità di ritenzione idrica (WHC):** valutata mediante centrifugazione di campioni di muscolo crudo
- **Colore, Valore L* (grado di luminosità):** misurato 24 ore post-mortem sulla superficie tagliata di ciascun filetto
- **Cooking loss:** misurazione della perdita di peso durante il processo di cottura

Analisi della composizione prossimale:

- **Umidità, ceneri, azoto totale**
- **Lipidi totali:** calcolati mediante metodo gravimetrico (Folch et al., 1957)

6. VALUTAZIONI FISICHE DELLA CARNE

Tabelle 8 e 9: valutazioni fisiche del petto e della coscia

PETTO	CNT	LOW	Errore standard	P value
pH _u	6,03	6,08	0,029	0,384
CL %	39,98	43,73	0,988	0,055
WHC %	53,58	47,20	1,884	0,091
L*	49,80	52,76	0,989	0,138
a	-1,95	-2,04	0,103	0,665
b	4,19	4,55	0,483	0,719

COSCIA	CNT	LOW	Errore standard	P value
pH _u	6,37	6,46	0,027	0,078
CL %	45,90	42,73	0,854	0,062
WHC %	55,75	56,82	0,706	0,464
L*	53,00	51,92	0,775	0,503
a	-1,23	-1,95	0,155	0,015
b	-0,28	0,67	0,590	0,429

Differenze significative

Petto

- CL% significativamente maggiore nel gruppo **LOW**, indicando una minore qualità tecnologica del petto

Coscia

- Indice del rosso (a*) leggermente inferiore nel gruppo **LOW** (carni più chiare)

6. COMPOSIZIONE PROSSIMALE DELLA CARNE

Tabelle 10 e 11: Composizione prossimale di petto e coscia

PETTO	CNT	LOW	RMSE
UMIDITA'	73,20	73,22	5,25
Proteine grezze	23,21	23,21	1,85
Estratto Etereo	1,35	1,33	0,12
Ceneri	1,82	1,75	0,10
COSCIA			
UMIDITA'	74,51	74,45	5,30
Proteine grezze	19,47	19,23	1,43
Estratto Etereo	4,03	5,05	0,11
Ceneri	1,17	1,13	0,09

Petto

- Valori identici di proteine, grassi e ceneri (CTN vs LOW)

Coscia

- Contenuto in grassi leggermente più alto nel gruppo LOW

7. PROFILO DEGLI ACIDI GRASSI

- **Profilo degli acidi grassi**

Gas Cromatografia: analisi dei **lipidi totali** e calcolo degli acidi grassi saturi (SFA), mononsaturi (MUFA), polinsaturi (PUFA), totali n-6 e n-3 e rapporto n-6/n-3

8. STATO OSSIDATIVO E PROFILO ANTIOSSIDANTE

Ossidazione lipidica (TBARS): valutata tramite spettrofotometria a 532 nm, quantificando i prodotti di ossidazione come equivalenti di malondialdeide ($\mu\text{g MDA/g}$)

- **Derivati carbonilici delle proteine**, valutati tramite spettrofotometria a 370nm
- **Tioli**, valutati tramite spettrofotometria a 450 nm, **stima indiretta di antiossidanti enzimatici contenuti gruppi -SH**
- Contenuto in molecole antiossidanti: **α , γ , δ -tocoferolo, α , γ -tocotrienolo (Vitamina E) e retinolo (Vitamina A)** quantificati tramite **HPLC-FD e HPLC-UV** rispettivamente.

7. PROFILO ACIDICO DEL PETTO

Tabella 12: Composizione in acidi grassi del petto

PETTO	CNT	LOW	RMSE	P value
C16:0	19,31	19,89	0,539	0,552
C16:1	0,73	1,29	0,189	0,008
C18:0	11,00	10,17	0,293	0,145
C18:1n-9	23,01	24,62	1,085	0,342
C18:2 n-6, LA	27,76	25,26	0,934	0,084
C18:3 n-3, α -ALA	2,27	1,79	0,148	0,068
C20:3n-3	0,70	0,74	0,182	0,825
C20:4 n-6, AA	6,15	6,02	0,278	0,864
C22:2	0,20	0,19	0,193	0,994
C20:5n-3, EPA	1,20	1,10	0,173	0,569
C22:5n-6, DPA	0,02	0,02	0,198	0,349
C22:6n-3, DHA	1,36	1,36	0,172	0,990
SFA	30,91	30,65	0,477	0,848
MUFA	24,09	26,23	0,407	0,0640*
PUFAn-6	34,38	31,76	0,557	0,085
PUFAn-3	5,53	5,00	0,821	0,188
n-6/n-3	6,21	6,35	0,251	0,695

Petto

- Nessuna differenza significativa nel profilo dei PUFA
- Variazione nell'**acido palmitoleico (C16:1)**, con lieve influenza sui **MUFA** (P=0,064)
- Rapporto n-6/n-3 invariato

7. PROFILO ACIDICO DELLA COSCIA

Tabella 13: Composizione in acidi grassi della coscia

COSCIA	CNT	LOW	RMSE	P value
C16:0	15,85	18,54	0,904	0,141
C16:1	1,44	0,66	0,367	0,300
C18:0	8,94	8,47	0,424	0,598
C18:1n-9	22,14	27,65	2,036	0,543
C18:2 n-6, LA	28,74	30,03	1,733	0,225
C18:3 n-3, α-ALA	3,28	2,71	0,219	0,206
C20:3n-3	1,59	0,42	0,359	0,103
C20:4 n-6, AA	4,68	3,47	0,254	0,012
C22:2	1,25	0,11	0,382	0,139
C20:5n-3, EPA	0,86	0,71	0,340	0,091
C22:5n-6, DPA	1,15	0,01	0,390	0,150
C22:6n-3, DHA	0,98	0,77	0,335	0,069
SFA	27,56	27,69	0,516	0,907
MUFA	26,08	28,74	0,455	0,001
PUFAn-6	33,99	33,80	0,880	0,603
PUFAn-3	8,70	4,61	1,621	0,108
n-6/n-3	3,90	7,33	0,460	0,051

Coscia

- I **MUFA** sono superiori nel gruppo **LOW** rispetto al **CNT**
- Livelli inferiori di **acido arachidonico (C20:4n-6)** nel gruppo **LOW**
- Rapporto **n-6/n-3** favorevole al gruppo **CNT**
- L'aggiunta di **favino** ha ridotto il contenuto di **n-3** e il rapporto **n-6/n-3**, seppur non significativamente

8. STATO OSSIDATIVO DEL PETTO

Tabella 14: Contenuto di antiossidanti e stato ossidativo del petto

PETTO		CNT	LOW	RMSE	P value
Carbonili	nmol/mg proteina	3,14	4,41	0,365	0,258
TBARS	mg MDA/Kg	0,09	0,09	0,007	0,986
Proteine/lipidi ossidazione	-	34,77	51,04	4,302	0,264
Tioli	μmol/g	5,23	4,45	0,236	0,229
Retinolo	μg/g	0,06	0,15	0,014	0,001
δ-T	μg/g	0,47	0,43	0,062	0,858
γ-T	μg/g	1,12	1,01	0,171	0,651
α-T	μg/g	1,99	1,87	0,254	0,752
Tocoli totali	μg/g	3,57	3,31	0,414	0,693
Antiossidanti Totali	μg/g	3,63	3,46	0,420	0,800

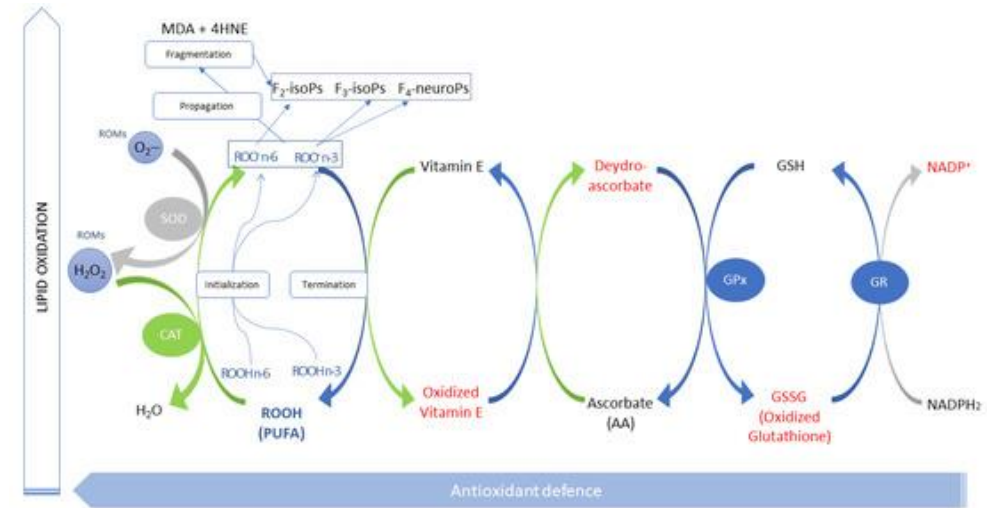


Figura 13: Processi ossidativi dei PUFA e interazione con antiossidanti

- **Petto:** maggiore contenuto di retinolo (vitamina A) nel gruppo LOW
- Nessuna differenza significativa nei livelli di antiossidanti totali tra i gruppi

8. STATO OSSIDATIVO DELLA COSCIA

Tabella 15: Contenuto di antiossidanti e stato ossidativo della coscia

COSCIA		CNT	LOW	RMSE	p value
	nmol/mg				
Carbonili	proteina	4,18	5,02	0,480	0,398
TBARS	mg MDA/Kg	0,16	0,10	0,010	0,000
Proteine/lipidi cross-ox	-	26,47	51,67	4,987	0,007
Tioli	umol/g	5,18	3,95	0,356	0,083
Retinolo	µg/g	0,17	0,15	0,022	0,696
δ-T	µg/g	0,55	0,52	0,078	0,300
γ-T	µg/g	2,74	1,95	0,252	0,117
α-T	µg/g	3,67	3,45	0,401	0,788
Tocoli totali	µg/g	6,97	5,63	0,618	0,288
Antiossidanti Totali	µg/g	7,14	5,78	0,630	0,291

Coscia

- **Peggior** stato ossidativo nel gruppo CNT(valori elevati di cross-ossidazione proteine/lipidi)
- Nessuna differenza significativa nei livelli di antiossidanti totali tra i gruppi

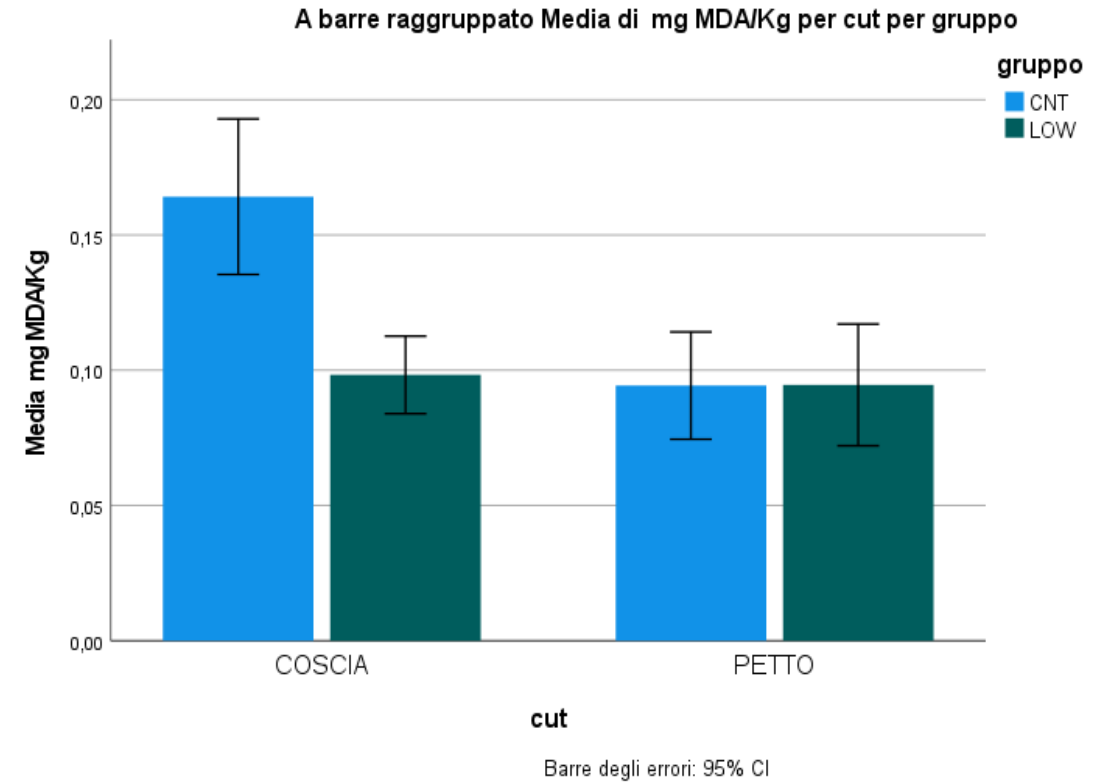
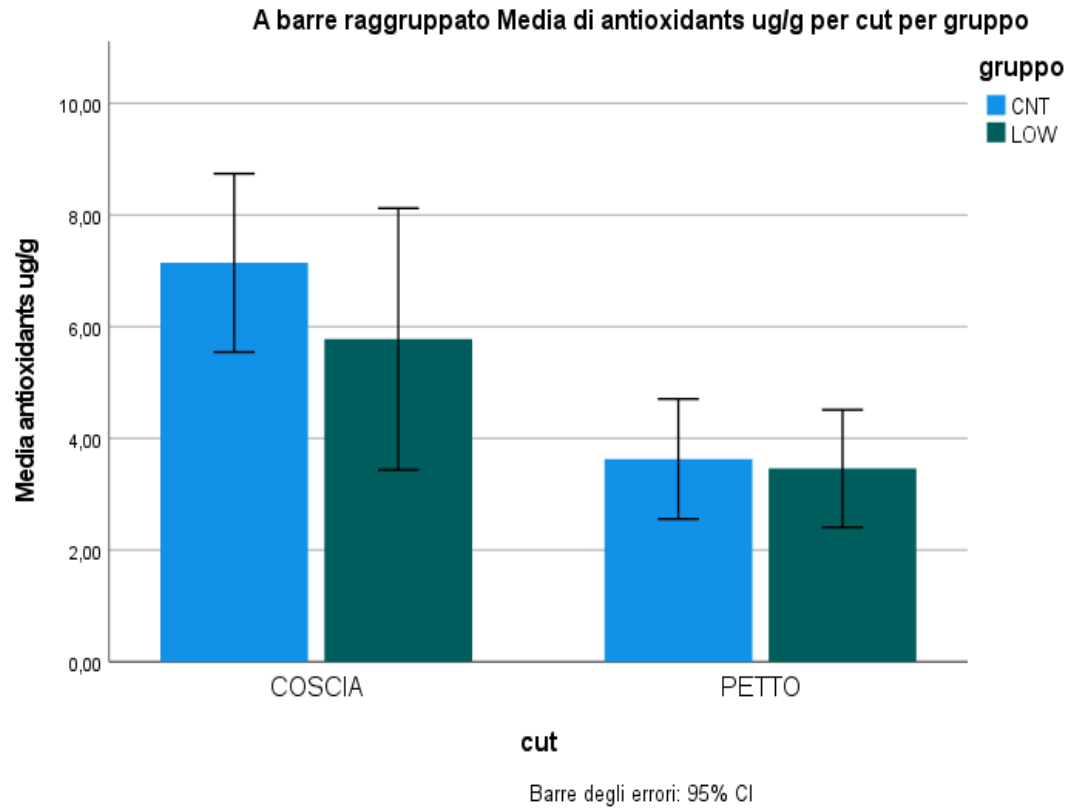


Figure 14 e 15: Contenuto di molecole antiossidanti totale e stato ossidativo lipidico dei tagli petto e coscia

9. CONCLUSIONI

- ✓ utilizzare genotipi più «SLOW» in quanto maggiormente in grado di sfruttare diete LOW (fabbisogni inferiori)
- ✓ favorire, la gestione del parchetto esterno (rotazione, inerbimento) in modo da favorire il pascolamento → ingestione di erba → ingestione composti bioattivi
- ✓ Incrementare/proteggere la quota lipidica PUFA della serie n-3 ($n-6/n-3 \rightarrow 4$, FAO, 2010)- *anche attraverso un ottimale gestione del pascolo* -

A photograph of four young people, two men and two women, standing outdoors in front of a building and trees. They are all wearing white lab coats. The person on the far left is a man with dark hair and a beard. The person next to him is a woman with dark hair. The person next to her is a woman with glasses and dark hair. The person on the far right is a woman with dark hair and bangs. They are all smiling. The background shows a building with a corrugated metal roof and some trees. The text "Grazie dell'attenzione" is overlaid in white on the image.

Grazie dell'attenzione