

## Progetto PASCOBIO

### Produzione di carne bovina biologica con l'utilizzo del pascolo

#### Relazione finale

Una delle azioni di ricerca previste dal progetto PASCOBIO è stata indirizzata verso la conoscenza delle performance di crescita e della qualità finale della carne di bovini in allevamento biologico che utilizzino il pascolo nella fase finale del ciclo di d'ingrasso.

A questo scopo è stata realizzata una sperimentazione presso l'Azienda Fattoria alle Origini di Bovolenta (PD) che ha previsto il confronto tra due tesi sperimentali:

- animali allevati secondo metodo biologico in una stalla confinata ed alimentati con una dieta "unifeed"
- animali allevati secondo metodo biologico con accesso ad un area di pascolo.

#### Disegno sperimentale della prova

La ricerca ha avuto inizio il 4 giugno 2009 e ha considerato un gruppo di 20 manze di razza Limousine che dopo una pesata individuale sono state ripartite in modo omogeneo nelle due tesi sperimentali sulla base del proprio peso vivo (Tabella 1).

Tabella 1: Peso vivo degli animali all'inizio della sperimentazione

	<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>
Animali, n.	10	10
Peso vivo, kg	367 ± 36.2	369 ± 37.5

Il gruppo di animali in allevamento confinato era stabulato in un box multiplo su lettiera permanente dotato di paddock esterno e ha ricevuto ad libitum la dieta in Tabella 2, preparata secondo il metodo unifeed.

Tabella 2: Composizione alimentare e chimica della dieta unifeed fornita alle manze in allevamento confinato.

<b>Unifeed allevamento confinato</b>	
<b>Composizione alimentare</b>	kg tal quale/capo
Silomais	6.00
Pastone integrale di mais	2.00
Medica disidratata	1.00
Fieno di prato stabile	1.00
Soia integrale tostata	0.90
Farina di orzo	0.75
Mais granella	0.75
Paglia	0.50
Integratore minerale e vitaminico	0.12
<b>Composizione chimica</b>	
Sostanza secca, %	59.3
Proteina grezza, % ss	13.0
Ceneri, % ss	6.8
Estratto etereo, % ss	4.9
Amido, % ss	29.0
NDF, % ss	37.2

Il gruppo di bovine che ha avuto accesso al pascolo è stato invece stabulato in un box limitrofo parzialmente coperto e collegato direttamente con le aree di pascolamento.

Tabella 3: Composizione alimentare e chimica dell'integrazione fornita al gruppo di bovine che avevano accesso alle superfici a pascolo.

<b>Integratore alimentare del pascolo</b>	
<b>Composizione alimentare</b>	kg tal quale/capo
Farina di orzo	1.8
Mais granella	1.8
Soia integrale tostata	0.7
Fieno di prato stabile	0.5
Paglia	0.5
Integratore minerale e vitaminico	0.12
<b>Composizione chimica</b>	
Sostanza secca, %	87.9
Proteina grezza, % ss	13.2
Ceneri, % ss	5.2
Estratto etereo, % ss	6.1
Amido, % ss	44.8
NDF, % ss	24.1

Il piano alimentare di questi animali ha previsto l'integrazione dell'erba con una miscela a base di concentrati e paglia la cui composizione alimentare e chimica viene riportata in Tabella 3. Questa integrazione è stata calcolata nell'obiettivo di complementare nel modo più corretto l'apporto di nutritivi fornito dall'erba del pascolo.

Le manze che hanno utilizzato il pascolo avevano a disposizione due superfici foraggere che sono state utilizzate in modo turnato nell'obiettivo di garantire una costante disponibilità di erba.

## Risultati della sperimentazione

### *Prestazioni infra-vitam*

Il ciclo d'ingrasso delle manze si è concluso con il raggiungimento della maturazione commerciale degli animali e i relativi risultati produttivi sono riassunti nella Tabella 4.

Tabella 4: Prestazioni produttive nella fase di ingrasso.

		<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>	<b>Significatività <i>P</i>&lt;</b>	<b>RMSE<sup>1</sup></b>
Peso iniziale	kg	367	369	0.90	37
Peso finale	kg	515	497	0.30	38
Giorni di prova	d	155	172	0.001	6
Accrescimento	g/d	955	742	0.01	127

<sup>1</sup>RMSE = errore residuo

Come previsto, rispetto al gruppo di animali allevati in stalla, l'utilizzo del pascolo ha rallentato in modo significativo il processo di crescita delle manze. L'accrescimento giornaliero è infatti diminuito di oltre 2 etti/capo/d nella tesi allevata al pascolo che ha completato il ciclo d'ingrasso con un ritardo di quasi 20 giorni.

Alla base di queste più modeste prestazioni produttive ci sono due motivazioni nutrizionali. Innanzitutto, rispetto all'allevamento confinato, al pascolo aumenta la spesa energetica per il mantenimento del bovino, a seguito dell'accresciuta attività motoria (Bovolenta e coll., 2005). Ciò, ovviamente va a scapito dell'energia netta disponibile per sostenere la crescita dell'animale e tale diminuzione risulta particolarmente accentuata in funzione della distanza percorsa e della pendenza delle superfici pascolive. Per la sola deambulazione in piano si calcola un incremento del 3% dei fabbisogni di mantenimento per ogni chilometro di cammino.

Secondo l'ARC (1980), la richiesta energetica aggiuntiva è di 2 J/kg PV per metro lineare nei movimenti orizzontali, che diventano 28 J/kg PV per metro di dislivello sui terreni declivi. La seconda causa della diminuzione della velocità di crescita al pascolo è insita nel limitato apporto energetico dell'erba. Questo substrato alimentare è infatti ricco di fibra e rispetto ad altri foraggi come ad esempio il silomais si caratterizza per un più modesto contenuto di energia netta di accrescimento (INRA, 1988).

A livello ruminale, l'erba del pascolo si caratterizza per una ridotta velocità di fermentazione a causa del suo contenuto di fibra e ciò tende a deprimere il consumo di sostanza secca dell'animale a causa dell'elevato ingombro dell'alimento (Andrighetto e coll., 1996). Inoltre, un substrato alimentare di tipo fibroso come l'erba del pascolo, orienta l'attività fermentativa microbica ruminale verso la produzione di acido acetico e questo acido grasso volatile non sostiene in modo efficiente il processo di crescita dell'animale. L'acido acetico che si produce nel rumine a seguito della fermentazione della fibra da parte dei batteri cellulosolitici viene infatti utilizzato dai bovini per le sintesi lipidiche ma non può essere invece riconvertito in glucosio, carburante energetico di base del processo di accrescimento. Non esiste infatti una via metabolica che permetta di produrre glucosio (molecola a 6 atomi di C) a partire dall'acido acetico (molecola a 2 atomi di C) e ciò spiega la scarsa efficienza del pascolo nel sostenere il processo di produzione della carne (Van Soest, 1994).

Dalle prestazioni di crescita in Tabella 4, si nota come anche il valore medio di accrescimento giornaliero registrato per il gruppo di manze in allevamento confinato sia risultato decisamente inferiore a quanto atteso per la fase d'ingrasso di bovine appartenenti ad una razza specializzata per la produzione di carne come la Limousine. I dati di riferimento riportati dal sito ufficiale della razza (Limousine, 2010) infatti segnalano un accrescimento giornaliero di circa 1.5 kg, mentre una recente ricerca realizzata in un allevamento commerciale del Veneto ha fatto osservare performance di 1.35 kg/d per vitelloni in allevamento intensivo convenzionale (Cozzi e coll., 2005). A giudizio dello scrivente, solo una parte di queste modeste prestazioni può essere ascritta ai vincoli alimentari imposti dal Regolamento comunitario sulla zootecnia biologica (CE n. 834/2007), primo fra tutti il tetto fissato per la quantità massima di concentrati che non deve superare il 40% della razione. Molto più realistico è attribuire queste insufficienti performance ad una gestione poco professionale dell'allevamento soprattutto per quanto riguarda il programma di alimentazione degli animali.

### *Performance di macellazione*

I dati della Tabella 5 rivelano come in sede di macellazione non siano emerse differenze significative tra le due tesi a confronto sia per quanto riguarda la resa, che per la valutazione SEUROP relativa alla conformazione muscolare delle carcasse (OFIVAL, 1984). Lo stato d'ingrassamento di tutte le carcasse delle due tesi è stato sempre valutato come "scarso" (punteggio = 2) da parte dell'esperto del macello.

Tabella 5: Resa al macella e valutazione della carcassa delle bovine delle due tesi alimentari a confronto.

		<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>	<b>Significatività P&lt;</b>	<b>RMSE<sup>1</sup></b>
Peso della carcassa	kg	314.4	304.1	0.40	25.3
Resa al macello	%	61.0	61.2	0.80	2.1
Valutazione carcassa					
Punteggio SEUROP <sup>2</sup>		4.13	4.20	0.62	0.3

<sup>1</sup>RMSE = errore residuo

<sup>2</sup>da 1 = mediocre (P) a 6 = super (S).

L'assenza di differenze significativa tra le due tesi a confronto in termini di resa al macello e qualità della carcassa appare abbastanza sorprendente soprattutto se comparata con i risultati di precedenti sperimentazioni che avevano messo a confronto carcasse di bovini ingrassati al pascolo rispetto a soggetti che avevano realizzato un finissaggio utilizzando diete ad elevato contenuto di concentrati (Bennett e coll., 1995; Camfield e coll., 1999; Kerth e coll., 2007). In queste ricerche infatti era sempre emersa una penalizzazione a carico dei soggetti finiti al pascolo sia per quanto riguarda il peso finale della carcassa che per il suo stato d'ingrassamento. A giustificazione dei nostri risultati va però ricordato che le manze allevate al pascolo disponevano di una importante integrazione alimentare (Tabella 3) che sicuramente ha contribuito a limitare le differenze rispetto ai soggetti alimentati con la dieta unifeed in stalla.

### *Qualità della carne*

Le analisi di qualità della carne sono state realizzate su un campione di muscolo *Longissimus thoracis* prelevato tra la 5a e la 9a costola toracica di ogni mezzana destra 48 ore dopo la macellazione. Dopo essere stati pesati, i campioni sono stati conservati sottovuoto in una cella frigorifera a 4°C per un periodo di maturazione di 8 giorni. Dopo tale periodo, le analisi di composizione chimica hanno rilevato un valore di pH significativamente più basso per la carne degli animali che avevano avuto accesso al

pascolo, mentre non è stato osservato alcun effetto dovuto al diverso sistema di allevamento per quanto ha riguardato il contenuto di umidità, ceneri, proteina e grasso intramuscolare, misurato come estratto etereo (AOAC, 1990). (Tabella 6).

Tabella 6: pH e composizione chimica della carne delle due tesi alimentari a confronto.

		<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>	<b>Significatività P&lt;</b>	<b>RMSE<sup>1</sup></b>
pH a d-10		5.55	5.46	0.01	0.06
Sostanza secca	%	26.02	26.06	0.90	0.60
Ceneri	% ss	1.07	1.08	0.16	0.01
Proteina grezza	% ss	22.45	22.53	0.80	0.51
Estratto etereo	% ss	2.76	2.65	0.70	0.52

<sup>1</sup>RMSE = errore residuo

Le bovine che hanno avuto accesso al pascolo nel corso dell'ingrasso hanno presentato carni visibilmente più scure e questo risultato è stato confermato dall'analisi strumentale del colore (Tabella 7), realizzata con un Colorimetro CR 100 (Minolta Camera, Osaka, J), equipaggiato con un illuminatore C, sui campioni di carne lasciati esposti all'aria per 1 ora a 2°C (Boccard e coll., 1981).

Tabella 7: Colore della carne delle due tesi alimentari a confronto.

		<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>	<b>Significatività P&lt;</b>	<b>RMSE<sup>1</sup></b>
Luminosità	L*	35.8	33.0	0.001	1.5
Indice del rosso	a*	13.7	15.4	0.01	1.1
Indice del giallo	b*	14.6	15.6	0.05	0.9

<sup>1</sup>RMSE = errore residuo

I dati analitici relativi al colore sono stati espressi secondo il sistema Hunter-Lab e hanno messo in evidenza per la carne prodotta al pascolo una significativa diminuzione della luminosità ed un aumento dell'indice del rosso e dell'indice del giallo.

L'effetto negativo del pascolo sul colore della carne con l'ottenimento di un prodotto più scuro è stato riportato in diverse ricerche (Yates e coll., 1975; Varnan e Sutherland, 1995; Dannenberger e coll., 2006). Secondo Varnan e Sutherland (1995), questo colore più scuro deriverebbe da un maggiore contenuto di mioglobina muscolare promosso dalla prolungata attività motoria dei soggetti allevati al pascolo rispetto ad animali in situazione confinata. Precedentemente, Sanz Egaña aveva attribuito questo fenomeno ad un certo accumulo di pigmenti provenienti dal foraggio verde nella componente lipidica intramuscolare. Yang e coll. (2002) hanno dimostrato che il  $\beta$ -carotene, pigmento

responsabile della colorazione gialla del tessuto adiposo in animali allevati in condizioni estensive, aumenta la propria concentrazione nel tessuto muscolare e nel grasso in funzione della durata del periodo di permanenza degli animali al pascolo. La concentrazione di  $\beta$ -carotene può essere superiore del 50% in bovini ingrassati al pascolo rispetto ad animali che ricevono una dieta a base di concentrati e questo in termini di colore della carne si risolve in una diminuzione della luminosità e in un aumento dell'indice del giallo

Le perdite di sgocciolamento nel corso del periodo di frollatura non sono risultate diverse tra le due tesi a confronto, mentre le perdite ponderali a seguito della cottura di bistecche di 2,5 cm di spessore in bagnomaria a 75°C per 50 minuti (Boccard e coll., 1981) hanno evidenziato la tendenza ad un aumento nei campioni di carne prodotta con l'utilizzo del pascolo, rasentando la soglia minima della significatività statistica fissata a  $P < 0.05$  (Tabella 8).

Tabella 8: Perdite di sgocciolamento, di cottura e resistenza al taglio della carne delle due tesi alimentari a confronto.

		<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>	<b>Significatività P&lt;</b>	<b>RMSE<sup>1</sup></b>
Perdite sgocciamento	%	1.21	1.90	0.11	0.9
Perdite di cottura	%	31.23	32.90	0.08	2.0
Sforzo di taglio	kg/cm <sup>2</sup>	3.24	3.92	0.05	5.7

<sup>1</sup>RMSE = errore residuo

L'analisi strumentale della tenerezza della carne è stata condotta con l'impiego di un tenerimetro tipo Warner-Bratzler (Instron Ltd., High Wycombe, UK) su cilindri di carne del diametro di 1,25 cm prelevati dal cuore del campione della carne dopo la cottura (Joseph, 1979). I dati ottenuti, vengono riportati in Tabella 8 come sforzo di taglio e rivelano la significativa diminuzione della tenerezza nei campioni provenienti dalle manze che avevano utilizzato il pascolo nel corso dell'ingrasso. Un peggioramento della tenerezza della carne in soggetti allevati al pascolo era stato osservato anche da Bennett e coll. (1995) in manzi statunitensi, da Dannenberg e coll. (2006) in una ricerca condotta in Germania su vitelloni Simmental e Frisoni e da Priolo e coll. (2001) in Francia su agnelloni di razza Ile-de-France.

Va però rilevato come per questo importante parametro di qualità della carne il giudizio sull'effetto del pascolo non sia sempre concorde. Non mancano infatti ricerche in cui carni prodotte da bovini ingrassati al pascolo siano state considerate più tenere (Oltjen e coll.,

1971) o del tutto simili, in termini di tenerezza (Bindner e coll., 1981; French e coll., 2001), rispetto a quelle di animali ingrassati con diete ricche di concentrati. Per quanto riguarda la presente ricerca, sicuramente la perdita di tenerezza osservata per le carni prodotte al pascolo non trova origine nella componente lipidica intramuscolare che era del tutto simile tra le due tesi a confronto (Tabella 6). In ogni caso, secondo Smith e coll. (1979), un miglioramento della tenerezza in carni di bovini allevati al pascolo potrebbe essere ottenuto mediante la combinazione di alcuni trattamenti post-mortem come la sospensione pelvica della carcassa, il prolungamento ad almeno 14 giorni del periodo di frollatura in cella e l'elettrostimolazione delle carcasse.

L'analisi quantitativa e qualitativa della componente lipidica intramuscolare rappresenta una frazione estremamente importante nella determinazione della proprietà organolettica e nutrizionali della carne bovina (Aurousseau, 1979). Nella presente ricerca la determinazione del profilo acidico della frazione lipidica intramuscolare della carne è stata eseguita mediante gas cromatografia dopo l'estrazione della componente lipidica da una porzione del muscolo *Longissimus thoracis*. I dati che vengono presentati in Tabella 9 si riferiscono agli acidi grassi per i quali è stato possibile quantificare la presenza su almeno l'80% dei campioni e misurarne una concentrazione superiore alla soglia del 0.1%.

Tabella 9: Profilo degli acidi grassi del grasso intramuscolare della carne delle due tesi alimentari a confronto.

		<b>Allevamento confinato</b>	<b>Allevamento al pascolo</b>	<b>Significatività <i>P</i>&lt;</b>	<b>RMSE<sup>1</sup></b>
Ac.grassi identificati	%	96.0	96.5	0.2	0.7
Ac.grassi saturi	%	45.0	46.2	0.54	3.5
C14:0 (ac. miristico)	%	2.44	2.41	0.90	0.44
C16:0 (ac. palmitico)	%	26.1	25.7	0.70	1.8
C18:0 (ac. stearico)	%	14.9	16.5	0.10	1.7
Ac. grassi monoinsaturi (MUFA)	%	47.3	46.3	0.57	3.4
C14:1(ac. miristoleico)	%	0.51	0.39	0.07	0.1
C16:1 (ac. palmitoleico)	%	2.70	3.25	0.07	0.5
C18:1n9 (acido oleico)	%	41.4	39.8	0.33	2.9
C18:1n11t (acido vaccenico)	%	1.71	1.90	0.34	0.40
Ac. grassi polinsaturi (PUFA)	%	3.66	4.06	0.05	0.40
n - 3	%	0.30	0.45	0.001	0.06
n - 6	%	3.22	3.44	0.23	0.15
CLA (coniugati ac. linoleico)	%	0.10	0.16	0.01	0.02
MUFA+PUFA/saturi		1.16	1.09	0.48	0.17
n - 6/n - 3		10.7	7.8	0.001	0.8

<sup>1</sup>RMSE = errore residuo



I dati analitici hanno evidenziato in modo chiaro come l'utilizzo del pascolo aumenti nel grasso di marezzatura della carne la presenza di acidi grassi polinsaturi e in particolare dei coniugati dell'acido linoleico (CLA). Questo risultato, che conferma quanto ottenuto da numerosi Autori in precedenti ricerche realizzate utilizzando diete a base di foraggi freschi e/o pascolo (Rench e coll., 2003; Varela e coll., 2004; Garciae coll., 2005), ha delle importanti implicazioni dal punto di vista dietetico-nutrizionale. Ai CLA, infatti, sono state associate interessanti funzioni biologiche tra le quali vale la pena ricordare un'attività anticancerosa (Ip e coll., 1994), l'azione antidiabetica (Ryder e coll., 2001), una difesa nello sviluppo dell'aterosclerosi (Wilson e coll., 2000) e un sostegno alle difese immunitarie (Hayek e coll., 1999).

Un altro interessante risultato emerso dall'analisi del profilo acidico della componente lipidica intramuscolare è la significativa diminuzione del rapporto degli acidi  $n - 6/n - 3$ . Questo rapporto rappresenta un indice del ruolo che gli acidi grassi alimentari giocano nei confronti dell'arteriosclerosi. Gli acidi grassi della serie  $n - 3$  diminuiscono infatti i livelli tissutali degli acidi eicosanoico e arachidonico con un effetto antitrombotico (Sinclair e coll., 1994) e promuovono la sintesi di prostaglandine con un effetto anti aggregante. Oggi, scelte alimentari sempre più indirizzate verso cibi a basso costo e di veloce preparazione stanno facendo elevare questo rapporto in modo preoccupante, a causa dell'utilizzo prevalente di prodotti ricchi di grassi saturi (Aro e coll., 1998). In questo scenario, il consumo di carni più ricche di CLA, come quelle prodotte dalle bovine che hanno avuto accesso al pascolo, potrebbe rappresentare una salubre scelta nutrizionale.

Un possibile effetto negativo conseguente ad un più elevato contenuto di acidi grassi polinsaturi della serie  $n - 3$  potrebbe essere rappresentato dall'aumento della sensibilità della frazione lipidica della carne nei confronti dei processi ossidativi, fattore che potrebbe ridurre la conservabilità del prodotto. In realtà però, proprio l'alimentazione al pascolo sembra fornire una naturale prevenzione contro questa alterazione della frazione lipidica dell'alimento. E' stato infatti dimostrato come il pascolo, accanto all'aumento dei PUFA, favorisca il trasferimento nel tessuto muscolare di sostanze antiossidanti naturali come le vitamine del gruppo A e C e soprattutto della vitamina E ( $\alpha$ -tocoferolo), oltre a carotenoidi e flavonoidi offrendo in questo modo una protezione contro i processi ossidativi (Wood e Enser, 1997; Daly e coll., 1999; Gatellier e coll., 2004).

### *Accettabilità da parte del consumatore e scenari commerciali*

In sede conclusiva appare interessante avanzare alcune previsioni sui possibili scenari futuri della produzione di carne bovina al pascolo in Italia. Dai risultati ottenuti sono emerse alcune importanti criticità che potrebbero scoraggiare lo sviluppo di questo sistema estensivo di produzione nel nostro Paese. Per quanto riguarda la fase di allevamento, certamente l'utilizzo del pascolo si è rivelato penalizzante dal punto di vista economico rispetto all'ingrasso realizzato in stalla con diete più ricche di concentrati. Ai possibili risparmi legati alla riduzione del costo della dieta e dell'ammortamento delle strutture di stabulazione degli animali ingrassati al pascolo, ha infatti fatto riscontro un significativo rallentamento del processo di crescita dei bovini a cui vanno anche sommati i maggiori costi dovuti alla necessaria riduzione del carico animale, in un Paese come il nostro in cui le superfici agricole hanno un valore economico elevatissimo.

Per quanto riguarda la qualità della carne, a fronte degli interessanti risultati ottenuti dal punto di vista dietetico-nutrizionale, appare soprattutto preoccupante il peggioramento del colore con l'ottenimento di un prodotto più scuro rispetto a carni biologiche da un ingrasso di tipo tradizionale. Il colore, rappresenta il primo momento di contatto con l'alimento da parte del consumatore e ne condiziona in modo determinante le scelte. Nella nostra situazione di mercato, carni scure vengono di solito associate ad una età elevata dell'animale o ad una scarsa freschezza del prodotto a causa della sua prolungata permanenza in banco vendita. La scarsa accettabilità del consumatore nei confronti di carni bovine prodotte al pascolo è stata riportata anche in una recente ricerca condotta negli Stati Uniti (Kerth e coll., 2007). In questo studio, il punteggio di soddisfazione globale espresso da un gruppo di 153 consumatori per la carne prodotta al pascolo è stato significativamente inferiore (51 vs 76%) a quello di un prodotto ottenuto con un finissaggio a base di cereali. Un'ampia percentuale degli intervistati (64%) ha posto quest'ultima carne al primo posto nella sua graduatoria di preferenza mentre per il prodotto ottenuto al pascolo il consenso è stato decisamente più contenuto (22%). In accordo con gli Autori di questa ricerca e di precedenti studi di mercato su carni prodotte al pascolo (Umberger e coll., 2002), ci sembra credibile identificare questo tipo di alimento come un prodotto di nicchia, destinato ad un numero limitato di consumatori. Come nel caso della carne prodotta al pascolo in Argentina (Descalzo e Sancho, 2008), il successo di questo alimento dipenderà dal trasferimento ai consumatori delle informazioni relative alle positive caratteristiche nutrizionali e in particolare al ridotto contenuto di colesterolo e all'elevata percentuale di CLA e di sostanze antiossidanti di origine naturale.

## Bibliografia citata

- Andrighetto I., Berzaghi P., Cozzi G. 1996. Dairy feeding and milk quality: the extensive systems. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 22, 241-250.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- A.R.C. 1980. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Agricultural Research Council, Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- Aro A., Amaral E., Kesteloot H., Rimestad A., Thamm M., van Poppel G. 1998. Trans fatty acids in french fries, soups and snacks from 14 European countries: The transfair study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11: 170-177.
- Aurousseau B. 1979. Influence de la nature des lipides tissulaires sur la qualité des carcasses et des viandes des ruminants. *Bulletin Technology of CRVZ Theix-INRA*, pp 27-34.
- Bennett L.L., Hammond A.C., Williams M.J., Kunkle W.E., Johnson D.D., Preston R.L., Miller M.F. 1995. Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on rhizoma peanut (*Arachis glabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. *Journal of Animal Science*, 73: 1881-1887.
- Bidner T.D., Schupp A.R., Montgomery R.E., Carpenter J.C. Jr. 1981. Acceptability of beef finished on all-forage, forage-plus-grain or high energy diets *Journal of Animal Science*, 53: 1181-1187.
- Boccard R., Buchter L., Casteels E., Cosentino E., Dransfield E., Hood D.E., Joseph R.L., McDougall D.B., Touraille C. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a Working Group in the Commission of the European Communities (CEC) Beef Production Research Programme. *Livestock Production Science*, 8:385-397.
- Bovolenta S., Cozzi G., Tamburini A., Timini M., Ventura W. 2005. L'alimentazione della vacca da latte in alpeggio: fabbisogni e strategie di integrazione alimentare. In: *L'Alimentazione della vacca da latte al pascolo. Riflessi zootecnici, agro-ambientali e sulle tipicità delle produzioni*. Quaderni SooZooAlp, n.2: 29-44.
- Camfield P. K., Brown A. H. Jr, Johnson Z. B., Brown C. J., Lewis P. K., Rakes L. Y. Effects of growth type on carcass traits of pasture- or feedlot-developed steers *J Anim Sci* 19 *Journal of Animal Science*, 77: 2437-2443.
- Cozzi G., Gottardo F., Andrighetto I. 2005. The use of coarse maize silage as a dietary source of roughage for finishing Limousin bulls: effects on growth performance, feeding behaviour and meat quality. *Animal Science*, 80: 111-118.
- Cubon J., Kadlecik O., Kacaniova M., Kostalova D., Vavrisinova K., Hascik P. Lateckova A. Bystricka, J., Ubreziova I. Bobko, M. 2007. The analysis of maturing and technological meat quality of the Pinzgau steers from pasture and after intensive fattening. *Acta Fytotechnica et Zootecnica*. 10: 1, 20-23.
- Daly C.C., Young O.A., Graafhuis A.E., Moorhead S.M. 1999. Some effects of diet on beef and fat attributes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42: 338-347.
- Dannenberg D., Neuberg K., Neuberg G., Ender K. 2006. Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. *Archives of Animal Breeding*, 49: 315-328.
- Descalzo A.M., Sancho A.M. 2008. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Science*, 79: 423-436.
- French P.O., O'Riordan E.G., Monahan F.J., Caffrey P.J., Mooney M.T., Troy D.J. 2001. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. *Meat Science*, 57: 379-386.
- Garcia P.T., Pensel N.A., Latimori N.J., Kloster A.M., Amigone M.A., Casal J.J. 2005. Intramuscular lipids in steers under different grass and grain regimen. *Fleischwirtschaft International*, 1: 27-31.
- Gatellier P., Mercier Y., Renerre M. 2004. Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat. *Meat Science*, 76: 385-394.
- Hayek M.G., Han S.N., Wu D., Watkins B.A., Meydani M., 1999. Dietary conjugated linoleic acid influences the immune response of young and old C57BL/6NCrIBR mice. *Journal of Nutrition*, 129: 32-38.
- INRA, 1988. *Alimentation des bovins ovins et caprins*. INRA, Paris, F.

- Ip C., Singh M., Thompson H.J., Scimeca J.A. 1994. Conjugated linoleic acid and suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Research*, 54: 1212-1215.
- Joseph R.L. 1979. Recommended method for assessment of tenderness. In: J.C. Bowman and P. Susmel (eds.) *The Future of Beef Production in the European Community. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science*. Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands, 5:596-606.
- Kerth C.R., Braden K.W., Cox R., Kerth L.K., Rankins D.L. Jr. 2007. Carcass, sensory, fat color, and consumer acceptance characteristics of Angus-cross steers finished on ryegrass (*Lolium multiflorum*) forage or on a high-concentrate diet. *Meat Science*, 75: 324-331.
- Limousine 2010. <http://www.limousine.org/caracteristiques.html>
- OFIVAL 1984. Coupes et Découpes. Office National Interprofessionnel des Viandes de l'Élevage et de l'Aviculture, OFIVAL ed., Paris, France.
- Oltjen R. R., Rumsey T. S., Putnam P. A. 1971. All-forage diets for finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*, 32: 327-333.
- Priolo A., Prache, S., Dubroeuq H., Micol D., Agabriel, J. 2001 Carcass and meat characteristics from lambs fed pasture or concentrates: guarantee of provenience. 8emes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Paris, France, 5-6 decembre 2001. pp79-82.
- Ryder J.W., Portocarrero C.P., Song X.M., Cui L., Yu M. 2001. Isomer specific antidiabetic properties of conjugated linoleic acid. Improved glucose tolerance, skeletal muscle insulin action, and UCP-2 gene expression. *Diabetes*, 50: 1149-1157.
- Sanz Egaña C. 1967. *Enciclopedia de la carne*. Ed. Espasa-Calpe, Madrid, E.
- Sinclair A.J., Johnson L., O'Dea K., Holman R.T. 1994. Diets rich in lean beef increase arachidonic acid and long -chain w3 polyunsaturated fatty acids levels in plasma phospholipids. *Lipids*, 29: 337-343.
- Smith G.C., Jambers T.G., Carpenter Z.L., Dutson T.R., Hostetler R.L., Oliver W.M. 1979. Increasing the tenderness of forage-fed beef. *Journal of Animal Science*, 49: 1207-1218.
- Umberger W.J., Feus D.M., Calkins C.R., Killinger-Mann K. 2002. US consumer preference and willingness-to-pay for domestic corn-fed beef versus grass-fed beef measured through and experimental auction. *Agribusiness*, 18: 491-504.
- Van Soest 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Varela A., Oliete B., Moreno T., Portela C., Monserrat L., Carballo J.A., Sánchez L. 2004. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acids profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Science*, 67: 515-522.
- Varnan A., Sutherland J. 1995. The colour of meat. In *Meat and meat products-technology, chemistry and micro biology* (p. 26), Chapman & Hall, London, UK.
- Wilson T.A., Nicolosi R.J., Chrysam M., Kritchvsky D. 2000. Conjugated linoleic acid reduces early aortic atherosclerosis greater than linoleic acid in hypercholestorolemic hamsters. *Nutrition Research*, 20: 1795-1805.
- Wood J.D., Enser M. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78: S49-S60.
- Yang A., Brewster M.G., Lanari M.C., Tume R.K. 2002. Effect of vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain-fed cattle. *Meat Science*, 60: 35-40.
- Yeates N.T.M., Edey T.N., Hill M.K. 1975. The definition and measurement of meat quality. Tenderness. In N.T.M. Yeates, T.N. Edey and M.K. Hill (Eds.), *Animal science*. Pergamon Press, London, UK.

L'incaricato della sperimentazione

Prof. Giulio Cozzi

11 gennaio 2010