UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

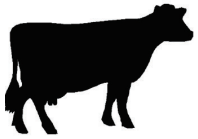
Tesi Laurea Dott.sa Rossella Tessari

Vincitrice concorso in memoria Prof.ssa Stefania Testoni

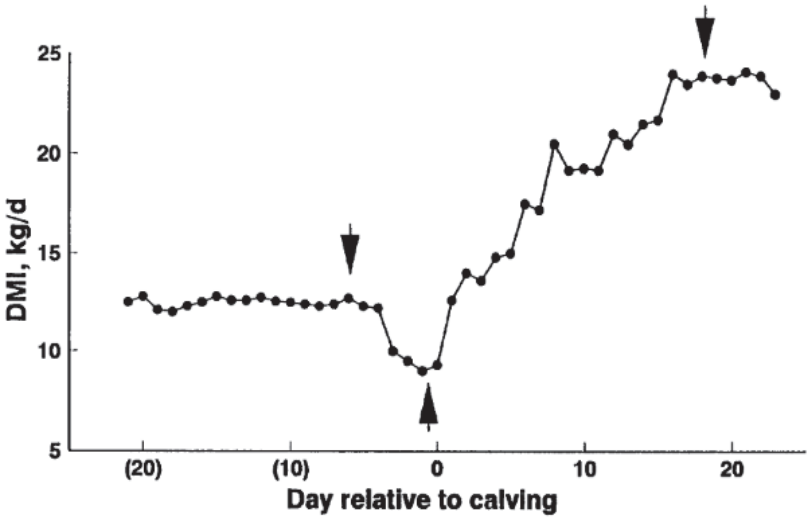
Convegno 7° anno att. Ass. Orus 21 nov. 2019

Valutazione degli acidi grassi nel plasma di bovine sane e iperchetonemiche nelle prime fasi della lattazione

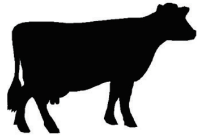
Periodo di transizione



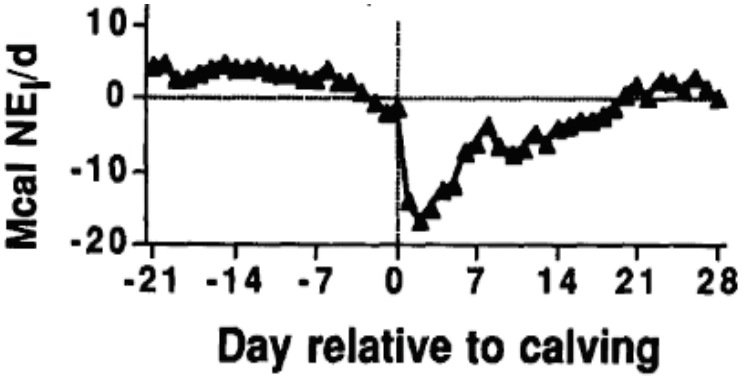
Intervallo di tempo che inizia da tre settimane prima del parto e termina a tre settimane dopo il parto (Grummer, 1995).



Bilancio Energetico Negativo (BEN)



L'energia metabolizzabile (ME) richiesta, per lo sviluppo fetale e la successiva produzione lattea, eccede il quantitativo di Mcal ottenute mediante alimentazione.



BEN

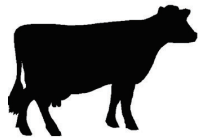
inizia pochi giorni prima del parto

raggiungere il massimo valore negativo al 14° DMI (Kim e Suh, 2003)

Mobilizzazione delle riserve corporee

- Glicogenolisi
- Catabolismo di proteine muscolari
- **Lipolisi del tessuto adiposo**

Mobilizzazione delle riserve lipidiche



Il tessuto adiposo diventa un distretto ad elevata **attività catabolica** per rispondere alle esigenze energetiche della bovina in transizione.

Mediante le **lipasi ormone sensibili** i trigliceridi sono idrolizzati in substrati ad elevata energia

GLICEROLO

Utilizzato come substrato per la gluconeogenesi

ACIDI GRASSI NON ESTERIFICATI (NEFA)

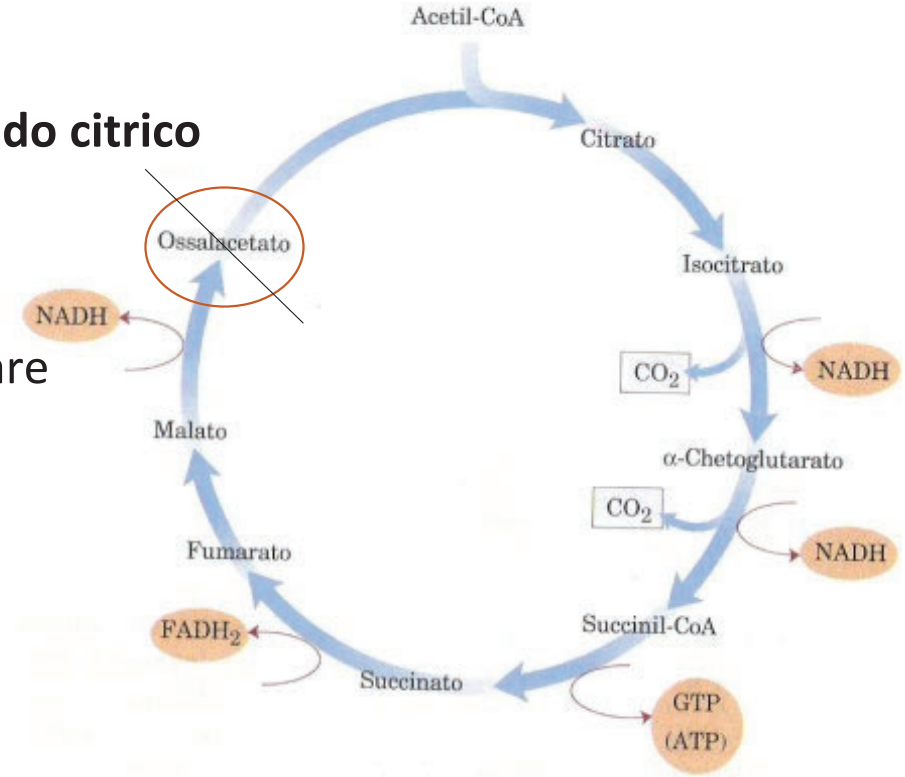
Sono trasportati mediante albumine sieriche e posso subire tre differenti processi a livello epatico:

I. Ossidazione mediante il ciclo dell'acido citrico
II. Ossidazione parziale con produzione di corpi chetonici
III. Esterificazione in trigliceridi e deposito epatico

La **β-ossidazione** o **rimozione ossidativa**, che avviene nella matrice mitocondriale, genera da lunghe catene idrocarburiche, catene bi-carboniose associate al CoA definite: **Acetil-CoA**

↓

L'Acetil-CoA può essere ossidato mediante il **ciclo dell'acido citrico**



Nella bovina in BEN l'attività gluconeogenetica può sottrare un intermedio del ciclo dell'acido citrico: **ossalacetato**

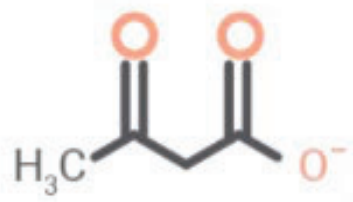
↙

Le unità bi-carboniose non sono ossidate completamente

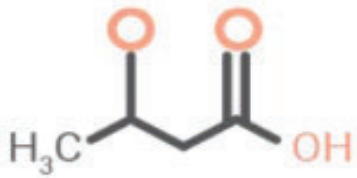
↓

L'eccesso di Acetil-CoA è convertito in **corpi chetonici:** l'unione di due unità bi-carboniose generano l'acetoacetone.

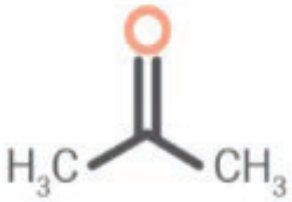
Corpi chetonici → **Acetoacetone** (ACAC)



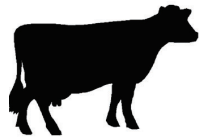
→ β-idrossibutirrato deidrogenasi → **β-idrossibutirrato** (BHB)



→ Reazione senza catalizzatore biologico → **Acetone** (AC)

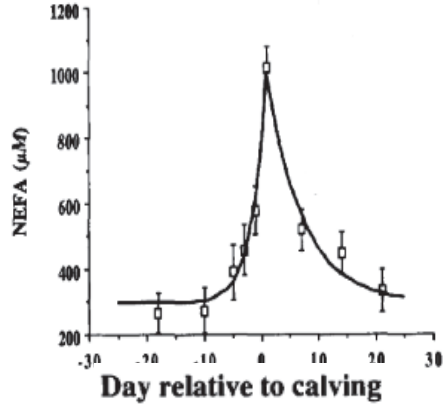


Eccessiva mobilizzazione lipidica in BEN



NEFA : indice della mobilizzazione lipidica in pre-parto (2-14 die)

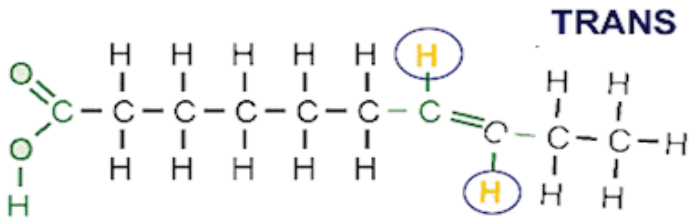
- normo valore sierico in pre parto **< 0,29mEq/L**
- normo valore sierico in post parto **< 0,56mEq/L** (Ospina et al., 2010)



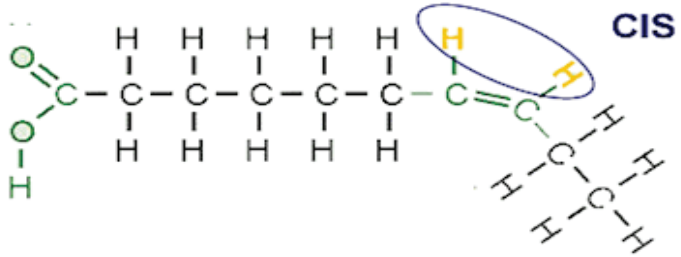
Marker di eccessivo BEN
Oggetto di valutazione clinica

BHB: indice dell'ossidazione di NEFA in post-parto (5-50 DIM)

- normo valore sierico in post parto **< 1,2 mmol/L** (McArt et al., 2012;Dirksen et al., 2004)
- iperchetonemia con svilppo di <u>chetosi subclinica</u>: 1,2 ≤ BHB ≥ 2,9 mmol/L
- iperchetonemia con sviluppo di <u>chetosi clinica</u>: BHB ≥ 3,0mmol/l (Oetzel, 2004)



Acidi grassi



Classificazione

Acido carbossilico con catena idrocarburica costituita da 4 a 36 atomi di C.

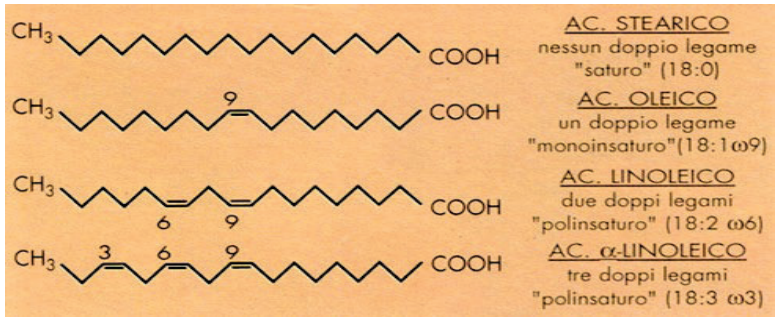
Suddivisi in base alla presenza di doppi legami:

-**Saturi** (Saturated Fatty Acid) SFA

-**Insaturi** (Unsaturated Fatty Acid) UFA

Monoinsaturi MUFA

Polinsaturi PUFA

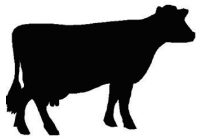


Suddivisi in 4 serie in base alla posizione del primo doppio legame rispetto alla porzione metilica terminale

- **Omega 3 linolenica (ω3)**
- **Omega 6 linoleica (ω6)**
- **Omega 7 palmitoleica (ω7)**
- **Omega 9 oleica (ω9)**

Il doppio legame può presentarsi in 2 differenti configurazioni geometrica in base alla posizione assunta dagli atomi di H rispetto al doppio legame

- ***Cis***
- ***Trans***



Origine dei lipidi

Origine alimentare: la dieta di una bovina in lattazione presenta una percentuale di lipidi compresa tra il 3% ed il 5% (Doreau e Ferlay, 1994)

- Foraggio: costituiti per il 6-8% da lipidi (C16:0,C16:1, C18:1, C18:2, C18:3.)
- Concentrati (C16:0, C18:1, C18:2)
- Grassi vegetali

	Colza	Girasole	Soia	Palma	Lino	Pesce
C16	4,6	6,2	11,3	36,7	5,1	27,4
C18	1,7	3,7	3,6	6,6	4,8	4,4
C18: 1	63,3	25,2	24,9	46,1	20,3	32,8
C18: 2	19,6	63,1	53,0	8,6	14,0	1,59
C18: 3	1,2	0,2	6,1	0,3	52,5	0,23
C20: 5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,6
C22: 6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,2

Origine ruminale: le membrane microbiche sono costituite da fosfolipidi i cui acidi grassi derivano da:

- Sintesi batterica ex novo : dipende dal substrato alimentare (8,43g- 9,3g/ kg s.s.)
- Incorporazione batterica di PUFA alimentari

Metabolismo ruminale dei lipidi

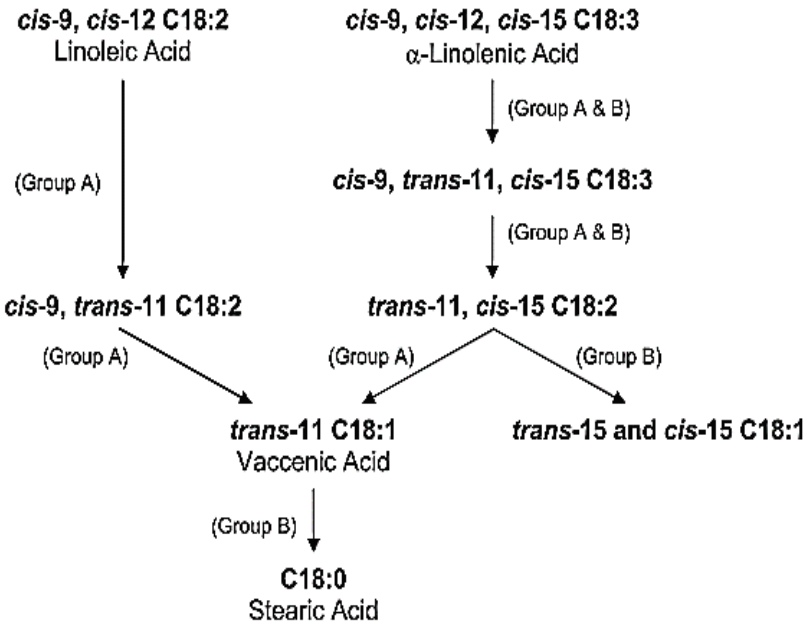
Nel rumine avvengono due processi:

1. Lipolisi (LP) idrolisi del legame estere dei lipidi (85%)

- batteri ruminali → Anaerovibrio lipolitica, Butyrivibrio fibrisolvens
- protozoi
- lipasi salivari
- lipasi vegetali

2. Bioidrogenazione (BH) saturazione dei doppi legami

La BH avviene in piccole particelle alimentari in quanto la flora microbica essenziale è associata all'alimento: surface adhering bacterial (SAB) ed in minor misura avviene nel liquido ruminale (liquid associated bacterial LAB)



Acido grasso	Acidi grassi ingeriti (gr/die)	Acidi grassi in duodeno (gr/die)
C16	170	161
C18	52	397
C18:1	229	162
C18:2	272	56
C18:3	77	9

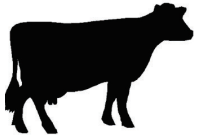
Acidi grassi plasmatici

Ognuna delle principali classi lipidiche plasmatiche compone in percentuale differente il quantitativo di acidi grassi plasmatici

- Fosfolipidi (PL) → 62,6%
- Esteri del colesterolo (EC) → 26,1%
- Trigliceridi (TG) → 9,8%
- Acidi grassi liberi (FFA) → 1,5%

Classe lipidica	Lipidi (mg/dl)	Acidi grassi (mg/dl)
PL	255,1	151,6
CE	147,2	63,0
TG	24,7	23,6
FFA	3,7	3,7

Scopo del progetto di tesi



Indagare un **metodo diagnostico** per la valutazione della chetonemia nella bovina nella prima fase della lattazione.

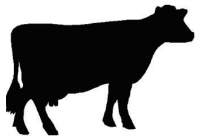
↓

Valutare la **variazione interparametrica** della concentrazione plasmatica degli acidi grassi in funzione di tre differenti valori ematici di β-idrossibutirrato (BHB 0: 0,42mmol/L; BHB 1: 0,71mmol/L; BHB 2: 1,36 mmol/L)

↓

Individuare tra gli acidi grassi plasmatici, appartenenti alle quattro classi lipidiche, quelli con maggior funzione predittiva e di stabilire il **valore soglia**, superiore al quale od inferiore al quale, la bovina in prima fase di lattazione è ritenuta iperchetonemica.

Materiali e metodi



Soggetti della ricerca:

- 60 bovine da latte di razza Frisona,
- Allevamento intensivo sito nella regione Veneto, 400 bovine in lattazione
- Media di DIM pari a 26,5.
- Produzione media di 29,5 Kg/die.

Campionamento biologico:

Prelievo ematico da vena coccigea di 3 aliquote per ogni capo oggetto dello studio

3 aliquote → 1 EDTA → → 250µl x 2

3 aliquote → 2 Clot Activetor

Ogni eppendorf al termine del processo contiene 5 mg di pirogallolo e 250µl di plasma

In azienda

- BCS
- DIM
- N° parti
- Kg latte/die
- Chetonemia: mediante lettore digitale (Nuova Biomedical Express)

30 bovini
BHB ≤ **1,0 mmol/L**

30 bovini
BHB > **1,0 mmol/L**

ALIMENTO	KG	%
Silomais Ceresina (33 % ss)	26	58,85
Pastone di mais ceresina (57 % ss)	4	9,05
Granturco	3,5	7,92
Farina di soia decorticata	3,3	7,47
Fieno polifita (1° taglio)	3	6,79
Fieno medica	2	4,53
Farina estrazione girasole	1	2,26
Melasso canna	0,5	1,13
Integratore di Sali minerali	0,25	0,57
Sali di acidi grassi	0,2	0,45
Carbonato di Calcio	0,2	0,45
Bicarbonato di Sodio	0,15	0,34
Cloruro di sodio	0,08	0,18
TOTALI	44,18	99,99

Comp. chimica	% ss	Comp.chimica	% ss
UFL	0,96	ADL	2,72
CP	15,20	EE	4,60
PD	12,11	ASH	7,35
PDIN	11,19	ST	24,60
PDIE	11,32	NSC	41,37
PDIA	5,49	Ca	0,80
NDF	31,35	P	0,40
ADF	18,84		

In laboratorio

- Biochimico: valutazione del β-idrossibutirrato mediante analizzatore automatico di chimica clinica (BT1500 Biotecnica Instrument SPA)

17 bovine
Gruppo **BHB 0**
BHB: **0,42 mmol/**L

22 bovine
Gruppo **BHB 1**
BHB: **0,71 mmol/L**

21 bovine
Gruppo **BHB 2**
BHB: **1,36mmol/L**

- Gascromatografia (GC):quantificazione di 38 acidi grassi per ogni classe lipidica. Prima di poter eseguire la GC i campioni sono stati sottoposti a 3 processi:
  1. Estrazione dei lipidi dal plasma,
  2. Separazione delle classi lipidiche mediante cromatografia su strato sottile (TLC, Thin Layer Chromatography),
  3. Metilazione delle catene carboniose

1. Estrazione dei lipidi dal plasma

- I campioni sono miscelati con standard interni C9- C15/C17 per permettere la quantificazione dei singoli acidi grassi,
- L'estrazione dei lipidi dalla soluzione acquosa (separazione bifasica) è avvenuta mediante il Metodo di Folch (2:1 cloroformio e metanolo)

2. Separazione delle classi lipidiche mediante TLC

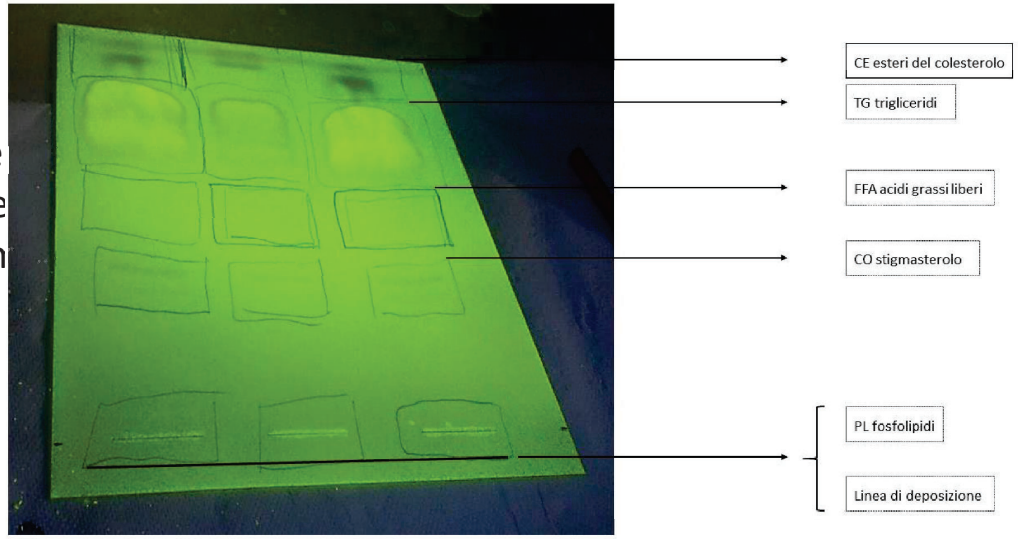
La separazione nelle 5 classi lipidiche mediante TLC prevede l'utilizzo di :

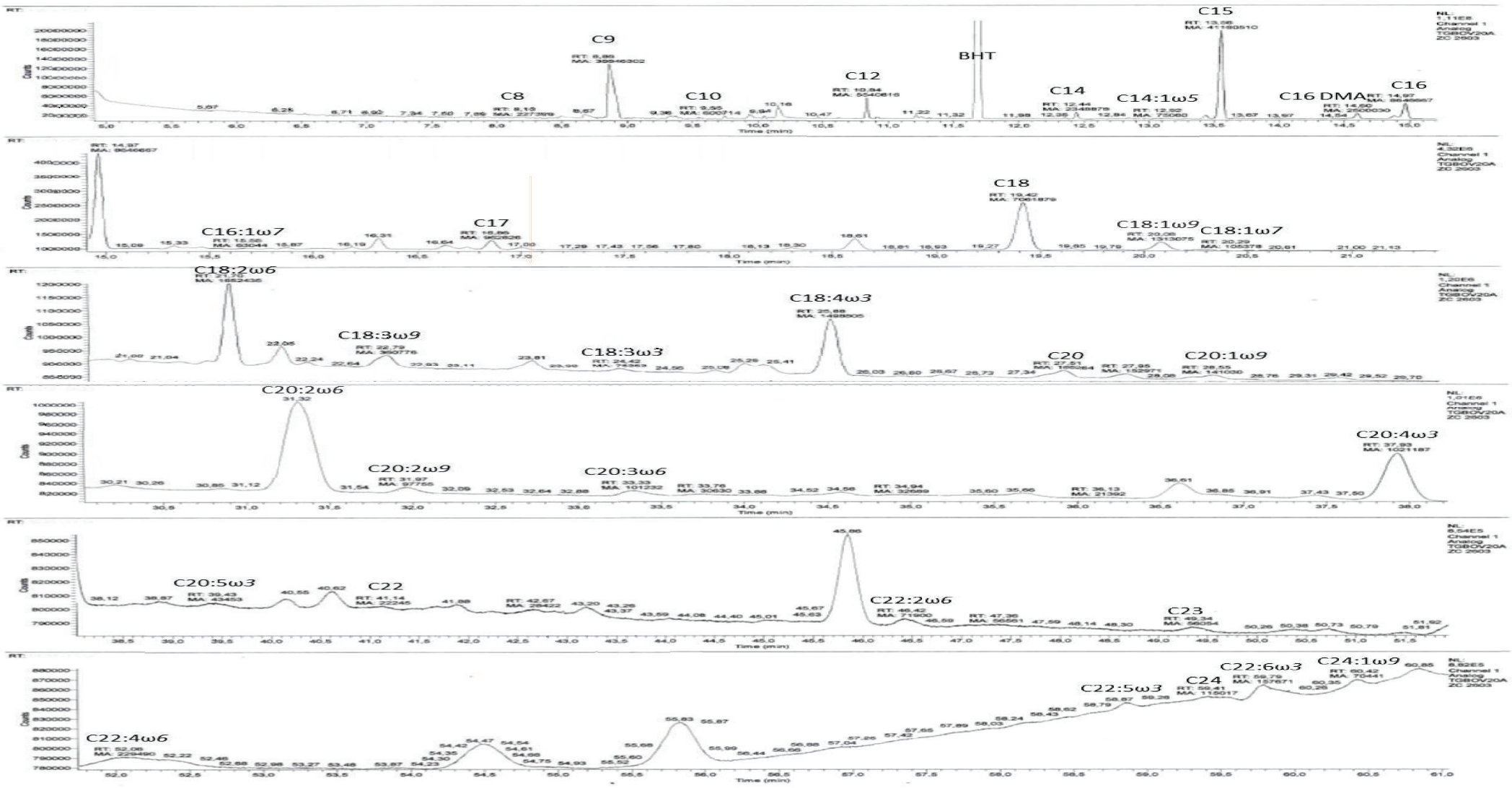
- Lastra di vetro rivestita da uno strato uniforme di gel di silice (FASE STAZIONARIA)
- Camera di sviluppo
- Eluente (FASE MOBILE).

Mediante nebulizzazione di fluorescina e osservazione con lampada UV è stato possibile dividere le 5 classi lipidiche:

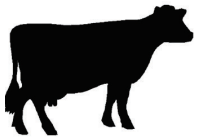
- Fosfolipidi (PL),
- Stigmasterolo (CO),
- Acidi grassi liberi (FFA),
- Trigliceridi (TG),
- Esteri del colesterolo (CE).

Il campione è seminato nella linea di de
lastra che è successivamente inserita ne
sviluppo ove inizia la migrazione del can
fase mobile sulla fase stazionaria.




C8
C9
C10
C12
BHT
C14
C14:1ω5
C15
C16 DMA
C16
C16:1ω7
C17
C18
C18:1ω9
C18:1ω7
C18:2ω6
C18:3ω9
C18:3ω3
C18:4ω3
C20
C20:1ω9
C20:2ω6
C20:2ω9
C20:3ω6
C20:4ω3
C20:5ω3
C22
C22:2ω6
C23
C22:4ω6
C22:5ω3
C24
C22:6ω3
C24:1ω9
Counts
Time (min)

Analisi statistiche



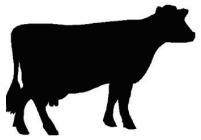
- ***General Linear Model*** (GLM): valutare la differente concentrazione di acidi grassi plasmatici in funzione del BHB per ogni classe lipidica.

- ***Test di Bonferroni*** : valutare le differenze interparametriche.

- ***Algoritmo decisionale Boruta*** : stabilire gli acidi grassi con maggior funzione predittiva.

- ***Curva Roc*** : stabilire il valore soglia, superiore od inferiore al quale, il quantitativo ematico era indice di iperchetonemia.

Risultati e Discussione



	Gruppo BHB 0	Gruppo BHB 1	Gruppo BHB 2	SEM	P value
BHB mmol/l	0,42	0,71	1,36	0,018	0,0001
DIM giorno	26,9	31,6	20,9	2,987	0,005
BCS	2,75	2,75	2,75	0,049	0,186
N. parti	2,6	2,2	3,4	0,436	0,221
Latte Kg/die	29,2	29,8	29,5	2,157	0,915

La differente composizione plasmatica degli acidi grassi è stata rilevata **in funzione del BHB ematico**

Mediante GLM sono risultati significativi **39** acidi grassi su **148** variabili esaminate.

Esaminiamo le **4 classi lipidiche**

Gruppo BHB 0

Gruppo BHB 1

Gruppo BHB 2

19 FFA significativi (p<0,05)

Le concentrazioni plasmatiche incrementano da **bovine sane** (7,694 mg/dl) a **bovine malate** (11,680 mg/dl)

↓

Catabolismo del tessuto adiposo in BEN

Parametro	BHB0 (mg/dl)	BHB1 (mg/dl)	BHB2 (mg/dl)		SEM	p value
C14:1 ω 5	0,061^{AB}	0,038^{A}	0,099^{B}	↑	0,012	0,0017
C16:1 ω 7	0,109^{B}	0,022^{A}	0,156^{B}	↑	0,037	0,0383
C18	1,482^{AB}	0,981^{A}	2,233^{B}	↑	0,289	0,0117
C18:1 ω 9	0,863^{A}	0,415^{A}	2,900^{B}	↑	0,665	0,0239
C18:1 ω 7	0,081^{A}	0,033^{B}	0,183^{C}	↑	0,038	0,0196
C18:2 ω 6	0,361^{B}	0,184^{A}	0,544^{B}	↑	0,063	0,0006
C18:3 ω 6	0,009^{A}	0,012^{AB}	0,022^{B}	↑	0,004	0,0500
C18:3 ω 3	0,013^{AB}	0,007^{A}	0,033^{B}	↑	0,005	0,0020
C18:4 ω 3	0,257^{B}	0,113^{A}	0,284^{B}	↑	0,040	0,0066
C20:1 ω 9	0,006^{AB}	0,001^{A}	0,018^{B}	↑	0,004	0,0200
C20:1 ω 7	0,007^{A}	0,010^{A}	0,029^{B}	↑	0,005	0,0025
C20:2 ω 6	0,078^{AB}	0,002^{A}	0,132^{B}	↑	0,033	0,0240
C20:3 ω 6	0,008^{A}	0,008^{A}	0,016^{B}	↑	0,002	0,0283
C20:4 ω 6	0,019^{A}	0,003^{B}	0,014^{B}		0,008	0,0012
C20:4 ω 3	0,182^{B}	0,084^{A}	0,209^{B}	↑	0,032	0,0175
C22	0,007^{A}	0,007^{A}	0,020^{B}	↑	0,004	0,0195
C22:6 ω 3	0,034^{A}	0,008^{B}	0,018^{AB}		0,002	0,0125
Mg FA/dl	7,694^{AB}	6,008^{A}	11,680^{B}	↑	1,665	0,0527
Mg /dl	7,694^{AB}	6,008^{A}	11,680^{B}	↑	1,665	0,0527

9 TG significativi (p<0,05)

Parametro	BHB 0 (mg/dl)	BHB 1 (mg/dl)	BHB 2 (mg/dl)	SEM	p value
C14	0,409^{B}	0,342^{AB}	0,167^{A} ↓	0,073	0,0500
C14:1 ω 5	0,054^{A}	0,052^{A}	0,082^{B}	0,009	0,0398
C17	0,393^{B}	0,130^{A}	0,291^{AB} ↓	0,047	0,0008
C18	1,615^{A}	1,708^{A}	1,382^{B} ↓	0,130	0,0421
C18:1 ω 7	0,053^{A}	0,041^{B}	0,046^{AB} ↓	0,011	0,0500
C20:4 ω 6	0,004^{A}	0,009^{B}	0,012^{B}	0,003	0,0128
C20:3 ω 3	0,040^{A}	0,016^{B}	0,015^{B} ↓	0,009	0,0381
C20:4 ω 3	0,229^{AB}	0,129^{A}	0,293^{B}	0,045	0,0348
C22:1 ω 9	0,017^{AB}	0,012^{A}	0,023^{B}	0,002	0,0178

E concentrazioni plasmatiche decrementano da **bovine sane** (10,999 mg/dl) a **bovine malate** (7,536 mg/dl)

↓

La funzionalità epatica decresce all'aumentare del BEN

↓

L'aumento dei NEFA plamsaticie ed il loro uptake epatico possono esitare in **lipidosi epatica**

↓

Riduzione della sintesi di lipoproteine di trasporto essenziali per i trigliceridi (VLDL)

8 CE significativi (p<0,05)

Parametro	BHB 0 (mg/dl)	BHB 1 (mg/dl)	BHB 2 (mg/dl)	SEM	p value
C12	3,313^{A}	2,640^{AB}	1,796^{B} ↓	0,504	0,0500
C18:3 ω 3	11,922^{B}	10,529^{AB}	6,478^{A} ↓	1,428	0,0355
C20:4 ω 6	1,488^{AB}	0,735^{A}	2,108^{B}	0,409	0,0467
C20:3 ω 3	0,066^{AB}	0,130^{A}	0,026^{B} ↓	0,046	0,0500
C20:5 ω 3	0,864^{AB}	1,204^{A}	0,641^{B} ↓	0,060	0,0395
C22:2 ω 6	0,048^{AB}	0,080^{A}	0,031^{B} ↓	0,013	0,0322
C22:6 ω 3	0,071^{AB}	0,109^{A}	0,058^{B} ↓	0,020	0,0394
C23	0,034^{B}	0,011^{AB}	0,005^{A} ↓	0,007	0,0104

E concentrazioni plasmatiche decrementano da **bovine sane** (400,771 mg/dl) a **bovine malate** (384,312 mg/dl)

↓

L'enzima **lecitina colesterolo acil-transferasi** diminuisce la sua attività in post parto

↓

In iperchetonemia l'attività enzimatica decresce in maggior misura
(Van den Top et al., 2005)

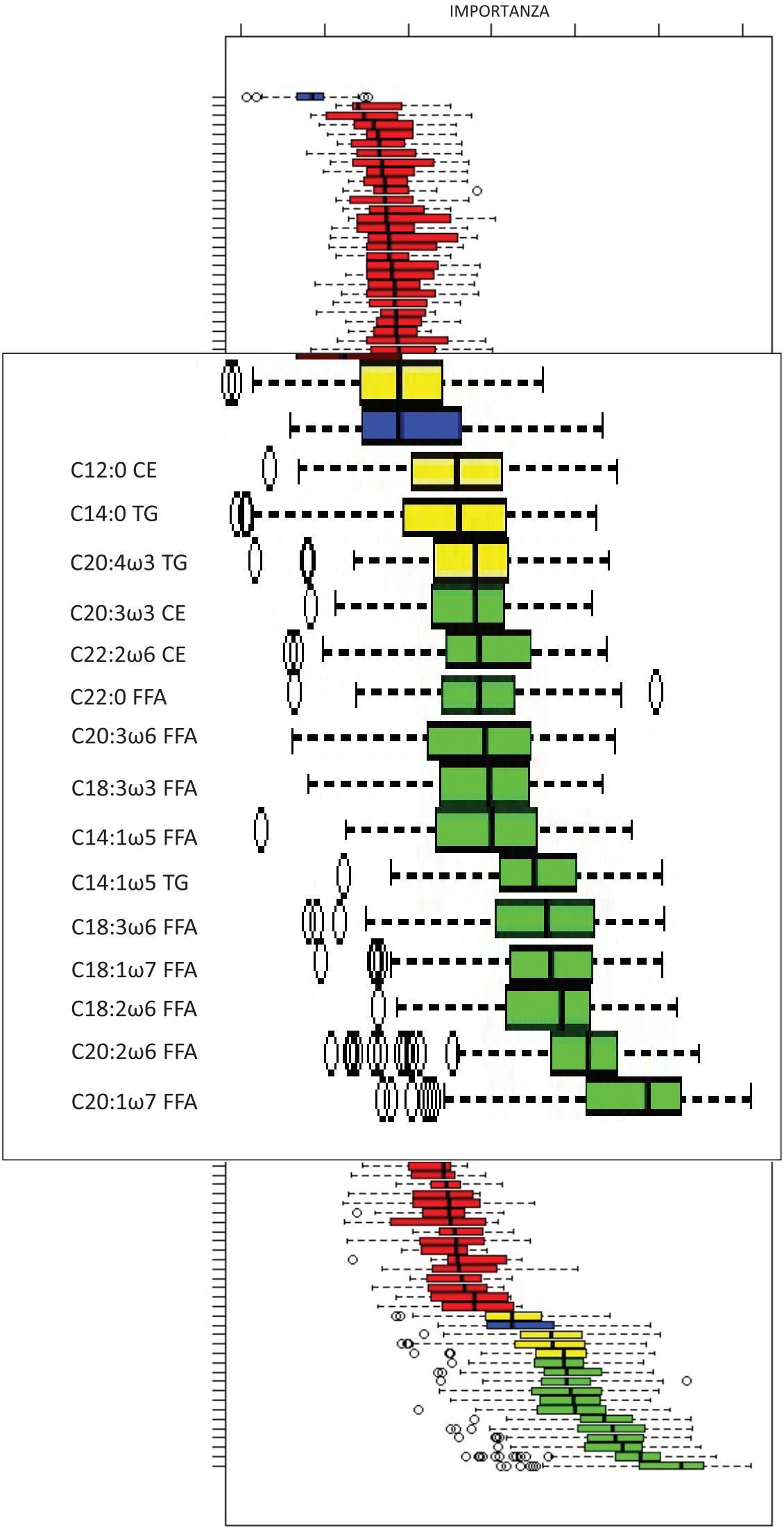
3 PL significativi (p<0,05)

Parametro	BHB 0 (mg/dl)	BHB 1 (mg/dl)	BHB 2 (mg/dl)	SEM	p value
C22:1 ω 9	0,017[A]	0,004[B]	0,004[B] ↓	0,003	0,0181
C22:2 ω 6	0,034[A]	0,067[AB]	0,196[B]	0,048	0,0482
C16 DMA	0,461[A]	0,295[B]	0,368[B] ↓	0,025	0,0491

E concentrazioni plasmatiche decrementano da **bovine sane** (116,395 mg/dl) a **bovine malte** (112,411 mg/dl)

↓

Nakawaga e Katoh (1998) riportano, nel post parto, un maggior decremento di PL in bovine iperchetonemiche rispetto a bovine aventi normo valore di BHB ematico.


IMPORTANZA
C12:0 CE
C14:0 TG
C20:4ω3 TG
C20:3ω3 CE
C22:2ω6 CE
C22:0 FFA
C20:3ω6 FFA
C18:3ω3 FFA
C14:1ω5 FFA
C14:1ω5 TG
C18:3ω6 FFA
C18:1ω7 FFA
C18:2ω6 FFA
C20:2ω6 FFA
C20:1ω7 FFA

15 acidi grassi significativi (p< 0,05):

- **8 acidi grassi liberi**
- **4 trigliceridi**
- **3 esteri del colesterolo**
- **0 fosfolipidi**

Parametri	meanImp	medianImp	minImp	maxImp	normHits	decision
C20:1ω7 FFA	6,138095	6,531507	2,221256	8,227113	0,929293	Confirmed
C20:2ω6 FFA	4,945702	5,128066	2,167013	7,010511	0,878788	Confirmed
C18:2ω6 FFA	4,66254	4,694011	1,575743	6,790861	0,878788	Confirmed
C18:1ω7 TG	5,273433	5,563357	1,382447	7,37727	0,858586	Confirmed
C18:3ω6 FFA	4,828647	4,980903	1,223814	6,763228	0,848485	Confirmed
C14:1ω5 TG	4,705371	4,907176	1,011731	6,804274	0,818182	Confirmed
C14:1ω5 FFA	3,90394	3,991925	0,24947	6,278293	0,818182	Confirmed
C18:3ω3 FFA	3,822976	3,972453	1,015001	5,80842	0,808081	Confirmed
C20:3ω6 FFA	3,824044	3,807326	0,698903	5,868641	0,787879	Confirmed
C22:0 FFA	3,601803	3,742755	1,062021	5,627928	0,727273	Confirmed
C22:2ω6 CE	3,838617	3,811585	0,79178	6,678084	0,727273	Confirmed
C20:3ω3 CE	3,733527	3,89754	0,740381	6,011835	0,69697	Confirmed
C20:4ω3 TG	3,24006	3,453577	-0,15366	5,702508	0,686869	Confirmed
14:0 TG	3,611209	3,715502	0,145519	5,896465	0,686869	Confirmed
C12:0 CE	3,381226	3,436208	0,385503	6,048414	0,666667	Confirmed

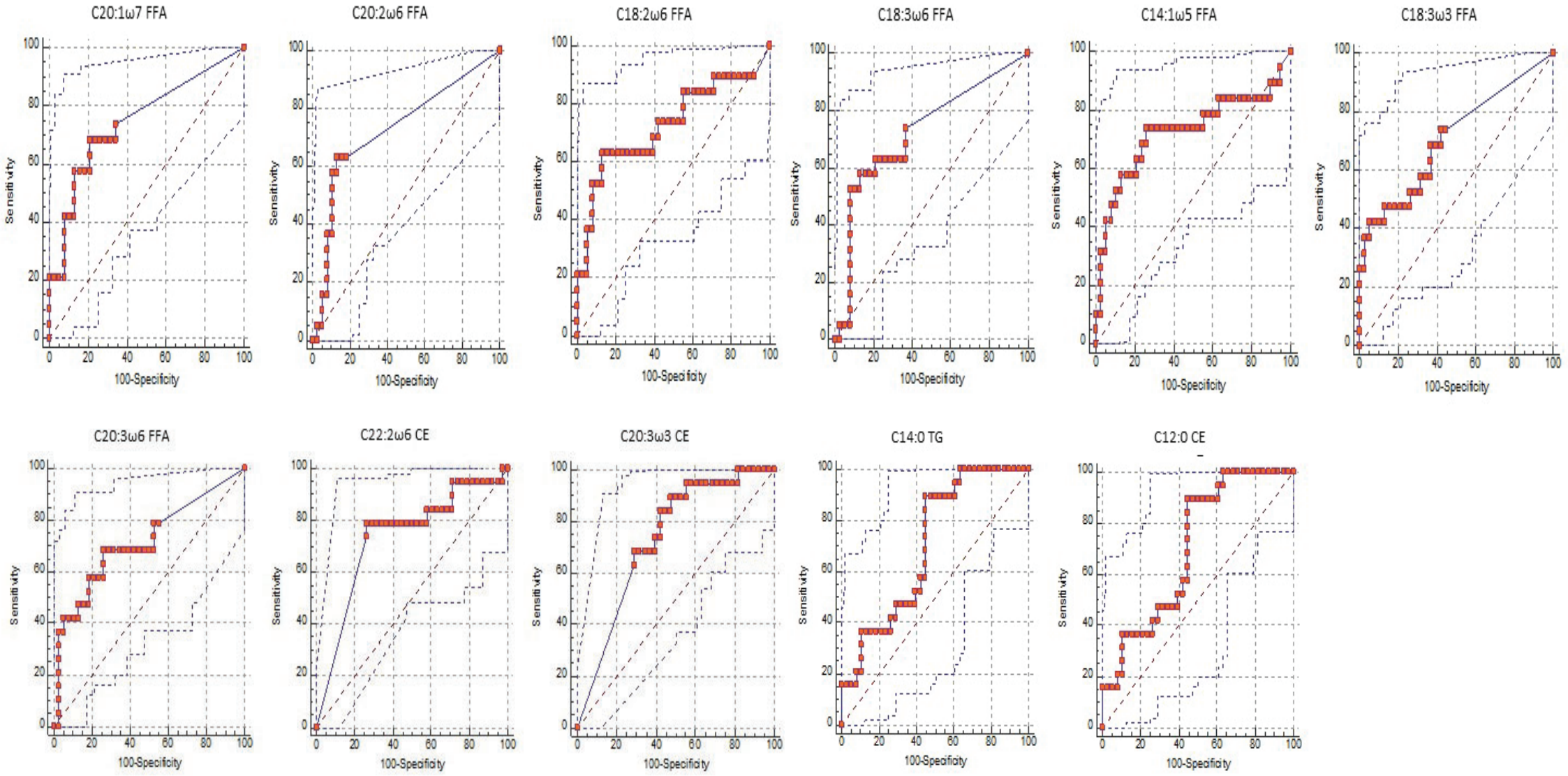
ROC: stabilire il valore soglia di 15 acidi grassi.

ROC accurata solo se **AUC> 0,70**

11 acidi grassi predittivi:

- **7 acidi grassi liberi**
- **3 esteri del colesterolo**
- **1 trigliceride**

Parametro	Cut off (mg/dl)	AUC	Se	95% CI for Se	Sp	95% CI for Sp
C20:1ω7 FFA	>0.0058	0,746	68,42	43.4 - 87.4	78,95	62.7 - 90.4
C12:0 CE	≤1.093	0,738	57,89	33.5 - 79.7	86,84	71.9 - 95.6
C22:2ω6 CE	≤0.046	0,733	78,95	54.4 - 93.9	73,68	56.9 - 86.6
C20:3ω3 CE	≤0.040	0,731	84,21	60.4 - 96.6	57,89	40.8 - 73.7
C20:2ω6 FFA	>0.0068	0,729	63,16	38.4 - 83.7	86,84	71.9 - 95.6
C18:2ω6 FFA	>0.437	0,726	63,16	38.4 - 83.7	86,84	71.9 - 95.6
C18:3ω6 FFA	>0.026	0,724	57,89	33.5 - 79.7	86,84	71.9 - 95.6
C14:1ω5 FFA	>0.068	0,724	73,68	48.8 - 90.9	73,68	56.9 - 86.6
C20:3ω6 FFA	>0.011	0,715	68,42	43.4 - 87.4	73,68	56.9 - 86.6
C18:3ω3 FFA	>0.032	0,706	42,11	20.3 - 66.5	94,74	82.3 - 99.4
C14:0 TG	≤0.226	0,701	89,47	66.9 - 98.7	55,26	38.3 - 71.4
C20:4ω3 TG	>0.311	0,637	57,89	33.5 - 79.7	78,95	62.7 - 90.4
C22:0 FFA	>0.019	0,634	42,11	20.3 - 66.5	89,47	75.2 - 97.1
C18:1ω7 TG	≤0.040	0,618	42,11	20.3 - 66.5	94,74	82.3 - 99.4
C14:1ω5 TG	>0.097	0,514	47,37	24.4 - 71.1	84,21	68.7 - 94.0


C20:1ω7 FFA
C20:2ω6 FFA
C18:2ω6 FFA
C18:3ω6 FFA
C14:1ω5 FFA
C18:3ω3 FFA
C20:3ω6 FFA
C22:2ω6 CE
C20:3ω3 CE
C14:0 TG
C12:0 CE
Sensitivity
100-Specificity

- **MUFA:** incrementano
- **PUFA Omega 6:** incrementano

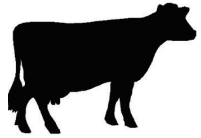
I risultati ottenuti sono confermati dalla studio di Abdel- Raheem et al (2010).

- **PUFA Omega 3:** decrementano
- **SFA:** decrementano

parametro	Cut-off	BHB 0	BHB 1	BHB 2
C20:1ω7 FFA	>0.0058	0,007	0,010	0,029
C20:2ω6 FFA	>0.0068	0,078	0,002	0,132
C18:2ω6 FFA	>0.437	0,361	0,184	0,544
C18:3ω6 FFA	>0.026	0,009	0,012	0,022
C14:1ω5 FFA	>0.068	0,068	0,038	0,099
C18:3ω3 FFA	>0.032	0,013	0,007	0,033
C20:3ω6 FFA	>0.011	0,008	0,008	0,016
C22:2ω6 CE	≤0.046	0,048	0,080	0,031
C20:3ω3 CE	≤0.040	0,066	0,130	0,026
C14:0 TG	≤0.226	0,409	0,342	0,167
C12:0 CE	≤1.093	3,313	2,640	1,796

Il C18:3ω3 ed il C22:2ω6 presentano un andamento anomalo se si considera la **composizione chimica** della molecola ma presenta un andamento corretto se si valuta la **frazione lipidica** di appartenenza. Inoltre nello studio di Abdel-Raheem le bovine non presentavano iperchetonemia.

Conclusione



La variazione, nella composizione degli acidi grassi plasmatici in funzione del BHB ematico, è un chiaro segno dell'applicabilità della **gascromatografia** come metodo predittivo nell'insorgenza di iperchetonemia.

Dallo studi emerge che i principali acidi grassi con funzione diagnostica:

- acidi grassi della **classe lipidica degli FFA**
  - **MUFA** — **C20:1ω7** **C14:1ω5**
  - **PUFA ω 6** — **C20:2ω6** **C18:2ω6** **C18:3ω6** **C20:3ω6**

Futuri studi… La supplementazione delle diete bovine mediante **integratori vitaminico minerali** come ad esempio la niacina, potente inibitore delle lipasi ormone sensibili, potrebbe essere oggetto di confronto interparametrico di acid grassi appartenenti alla classe lipidica degli FFA.

Ringrazio
per
l’attenzione