



Ácidos grasos poliinsaturados y su relación con la concentración de urea en leche



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Ing. Jeffry Sánchez Salas, MSc
XXII Congreso Nacional Lechero 2016

CONTENIDO

- Nitrógeno ureico en leche.
 - Factores asociados a la concentración de MUN.
 - Implicaciones metodológicas para determinación de MUN.
- Alteraciones en el contenido de grasa láctea y su composición.
- Relación entre dietas suplementadas con PUFA y contenido de MUN.
 - Experiencia con suplementación de DHA.
- Consideraciones finales.



CONTENIDO

Nutrición Animal Tropical 10(2): 20-37.

ISSN: 2215-3527/ 2016 DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/nat.v10i2.26111>



REVISIÓN DE LITERATURA

NITRÓGENO UREICO EN LECHE: IMPORTANCIA, DETERMINACIÓN Y RELACIÓN CON OTROS COMPONENTES LÁCTEOS

Jeffry Sánchez-Salas¹



NITRÓGENO UREICO EN LECHE

- **Nitrógeno ureico en leche (MUN):** indicador práctico para evaluar programas nutricionales lecheros.

Sobrealimentación de
proteína

Subalimentación de
proteína

Impacto
negativo en
salud y fertilidad

Contaminación
ambiental por N

Perjuicio de la
fertilidad

Baja producción
de leche

Factores asociados con la concentración de MUN



Grupal (Hato)

- Producción de leche promedio



Individual (Vaca)

- Raza
- Número de lactancia
- Etapa de lactancia



Nutricional

- Nivel de PC, PDR y PNDR
- Nivel de CNF



Otros

- Método de muestreo
- Época del año

NITRÓGENO UREICO EN LECHE

Variable		Godden et al., 2001a	Godden et al., 2001b	Rajala-Schultz y Saville 2003 ²		Wattiaux et al., 2005		
				HBP	HAP	Holstein	Jersey	Pardo Suizo
Número lactancia	1	12,7	ND	ND	ND	12,6	13,9	14,6
	2+	13,5	ND	ND	ND	12,9	14,1	14,9
Mes de lactancia	1	ND	ND	10,7	11,0	ND	ND	ND
	2	ND	ND	12,2	12,6	ND	ND	ND
	3	ND	ND	12,6	13,3	ND	ND	ND
	4	ND	ND	12,2	13,7	ND	ND	ND
	5	ND	ND	12,9	13,7	ND	ND	ND
	6	ND	ND	13,3	13,8	ND	ND	ND
	7	ND	ND	13,9	13,7	ND	ND	ND
	8	ND	ND	13,5	14,1	ND	ND	ND
	9+	ND	ND	13,4	14,2	ND	ND	ND
Época del año	Ene-Mar	13,4	12,9	10,8	14,6	12,9	14,0	15,2
	Abr-Jun	12,5	12,3	11,6	14,7	12,5	13,5	13,9
	Jul-Sep	13,4	14,1	13,4	14,2	13,4	15,2	15,9
	Oct-Dic	13,4	13,1	10,6	14,2	12,5	13,7	14,2
Tipo muestra	A.M.	15,4	11,8	ND	ND	12,3	13,2	13,7
	P.M.	16,1	12,5	ND	ND	13,2	14,2	15,5
	Compuesta	13,5	13,1	ND	ND	13,2	15,5	15,6

²HBP = Hatos de baja producción definidos con una producción anual inferior a 7.258 kg, HAP = Hatos de alta producción definidos con una producción anual mayor a 10.433 kg. ND = No determinado.

NITRÓGENO UREICO EN LECHE

- Variedad de métodos analíticos para determinar MUN están disponibles desde 90's.
 - Métodos colorimétricos.
 - **Métodos enzimáticos***.
 - Métodos espectroscopia infrarroja.
- Valores considerados normales:
 - Individual: 8 – 25 mg/dL (*Inal et al. 2015*).
 - **Grupal: 12 – 16 mg/dL (*Nelson 1996*)**.



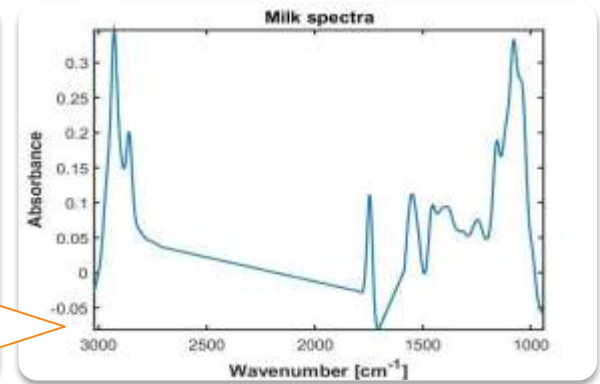
NITRÓGENO UREICO EN LECHE

Enzimático colorimétrico

- Método directo (amonio)
- Reacción Berthelot modificada con hipoclorito y espectrofotometría
- Absorbancia es proporcional a la concentración de urea



NITRÓGENO UREICO EN LECHE



Espectroscopia infrarroja

- Método indirecto (simultáneo)
- Predice concentración de urea de la luz absorbida a cierta longitud de onda (FTIR)
- Resultados obtenidos pueden ser imprecisos (↑ MUN como bajo y ↓ MUN como alto)

NITRÓGENO UREICO EN LECHE

- Mediciones de MUN obtenidas con métodos infrarrojos comparadas con otros equipos de medición son muy variables.
 - ***Kohn et al. (2004): ...el método infrarrojo resultó en una mayor desviación estándar en la diferencia respecto al método enzimático.***
 - -0.21 ± 2.51 mg/dL.
 - ***Peterson et al. (2004): ...la mayor variación en la recuperación de urea adicionada a la leche fue para el método infrarrojo.***
 - $47.1 \pm 9.88\%$.



NITRÓGENO UREICO EN LECHE

- Otros componentes lácteos que absorben luz a la longitud de onda de la urea influyen en la estimación.
 - MUN está asociado + con grasa láctea y – asociado con CCS.
- Alrededor **45 – 50%** de este estimado se origina de la lectura óptica de la urea.

Variable	Pendiente	R	Valor P
Grasa láctea, %			
<i>Godden et al. 2000</i>		0.41	<0.01
<i>Godden et al. 2001</i>	0.246		<0.001
CCS, unidades de calificación lineal			
<i>Godden et al. 2000</i>		-0.011	<0.001

ALTERACIONES GRASA LÁCTEA

- La grasa es el mayor componente energético de la leche, pero **muy sensible a variación en contenido y composición de ácidos grasos.**
- **Depresión de grasa láctea:**
 - “Ocurre cuando al alimentar una dieta en particular se reduce marcadamente el contenido de grasa y se altera la composición de ácidos grasos de la leche” (Bauman y Griinari 2003).



BIG BOUKJE 192

200,111 kg de leche

4.61% grasa

3.85% proteína

16,930 kg grasa y proteína



ALTERACIONES GRASA LÁCTEA

Dietas...

- que proveen altas cantidades de carbohidratos muy digestibles y/o cantidades reducidas de componentes fibrosos

Dietas...

- suplementadas con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) aun cuando existan niveles adecuados de fibra

ALTERACIONES GRASA LÁCTEA

- Nomenclatura de ácidos grasos...
 - Número de carbonos $\rightarrow$ C12 – C22.
 - Número de dobles enlaces $\rightarrow$ C18:0, C18:1, C18:2, C18:3.
 - Posición de dobles enlaces $\rightarrow$ Omega 3, Omega 6, Omega 9.



Ácido palmítico (16:0)

• Saturado



Ácido oleico (18:1)

• Monoinsaturado



Ácido linoleico (18:2)

• Poliinsaturado

¿Dónde están los PUFA – Omegas?

Omega 6 (18:2)

Heno de alfalfa

Ensilaje de maíz

Maíz (grano)

Destilados de maíz

Soya – Harina de soya

Semilla de algodón

Omega 3 (18:3, 20:5, 22:6)

Forraje fresco

Alfalfa fresca

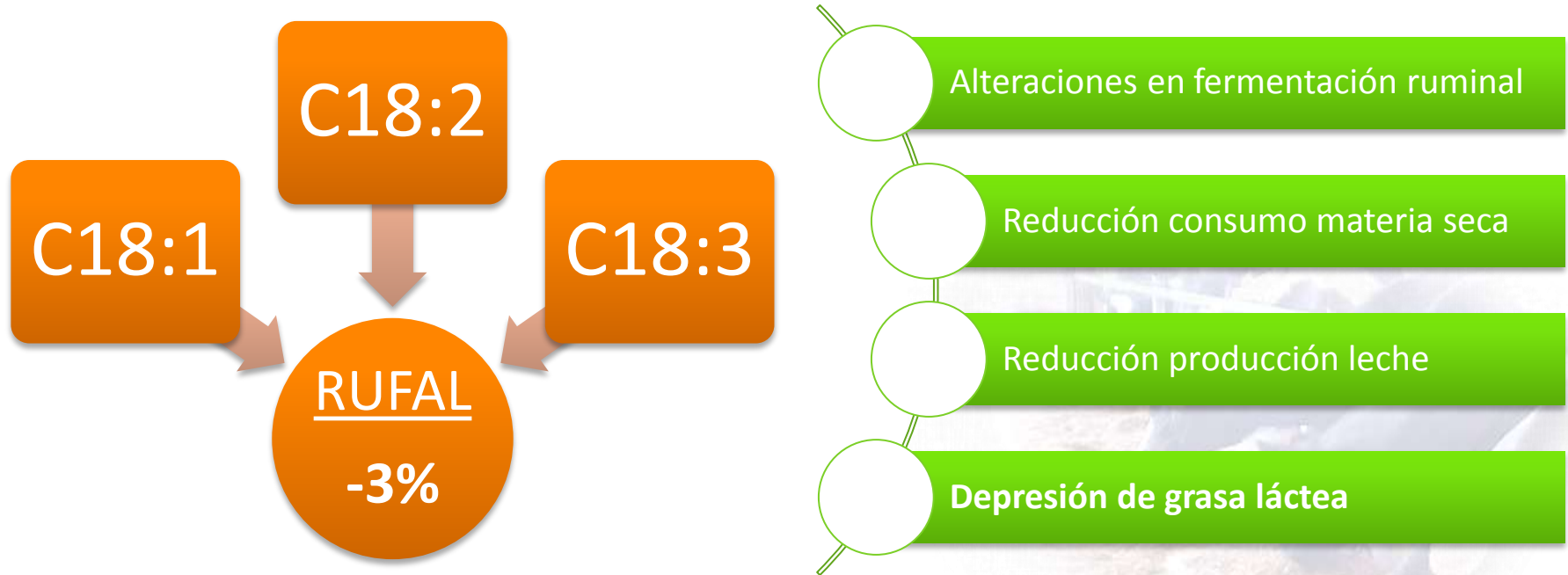
Linaza

Harina pescado

Aceite pescado

Algas

RUFAL = Carga de ácidos grasos insaturados



ALTERACIONES GRASA LÁCTEA

- Presencia de altas cantidades de PUFA tiene marcado efecto en el metabolismo microbioal en el rumen.
 - Incremento en conteos de *Megasphaera elsdenii* y reducción en conteos de *Fibrobacter succinogenes* (Liu et al. 2011).
 - Cambios en la proporción de ácidos grasos volátiles (AGV).
 - ↓ Relación acetato:propionato.



ALTERACIONES GRASA LÁCTEA

Variable	Estados Unidos ¹		Costa Rica
	Control	5% SBO + 1% CLA	
CMS, kg/d	21.53	20.09	
Leche, kg/d	30.26	29.09	
Grasa láctea, %	3.53	2.17	
Grasa láctea, kg/d	1.12	0.64	
AGV Totales, mmol/L	85.0	71.20	
Acetato	63.6	62.10	62.90
Propionato	18.1	20.70	21.80
Butirato	14.0	13.10	11.80
Acetato:Propionato	3.6	3.1	2.90

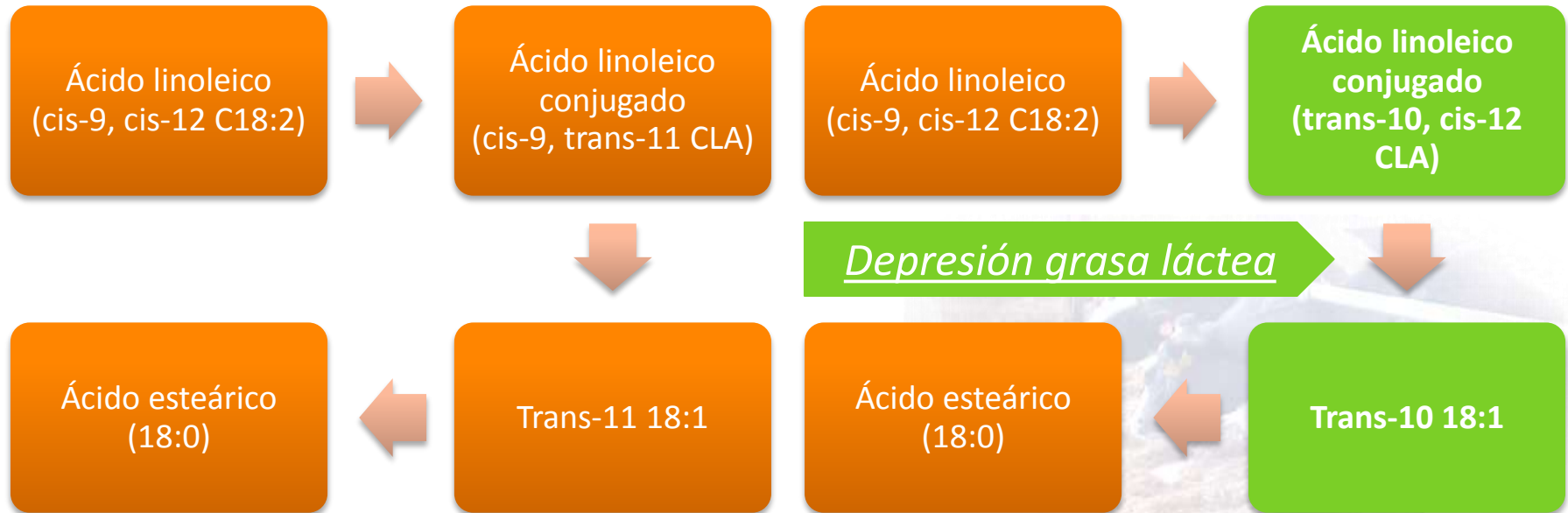
¹Huang et al. 2008

ALTERACIONES GRASA LÁCTEA

- Presencia de altas cantidades de PUFA tiene marcado efecto en el metabolismo microbial en el rumen.
 - Inhibida **biohidrogenación en rumen de C₁₈** asociada a reducida capacidad del grupo ***Butyrivibrio*** (Boeckaert et al. 2008).
 - Modificación en la biohidrogenación ruminal.
 - Acumulación de intermediarios – **ácidos grasos trans 18:1.**



Modificación en biohidrogenación ruminal



ALTERACIONES GRASA LÁCTEA



RUFAL

• -3%

The American Journal of **CLINICAL NUTRITION**

Conjugated linoleic acid in adipose tissue and risk of myocardial infarction¹⁻³

Liesbeth A Smit, Ana Baylin, and Hannia Campos

Published in the *American Journal of Clinical Nutrition*, the study included 3,623 adults from Costa Rica, where cattle are more commonly raised on grass rather than on grain than they are in the U.S. Half of the adults had suffered one nonfatal heart attack, while the other half were healthy. The researchers collected information on diet and physical activity, and they took samples of adipose tissue that they later analyzed for a fatty acid found primarily in dairy products called conjugated linoleic acid (CLA). Levels of CLA are higher in milk from grass-fed cows, says the study's lead author Hannia Campos, PhD, senior lecturer in the department of nutrition at Harvard School of Public Health. "With grass-fed cows, their stomachs maintain the right acidity for enzymes [that produce CLA] to work normally," she says. "But when they're fed corn, the corn increases the acidity of their stomachs, so enzymes in their gut don't work properly."

Ácidos grasos

Consumo, g/d

C12:0	6.25
C14:0	9.49
C16:0	214.84
C16:1	1.76
C18:0	26.84
C18:1T	0.31
C18:1C	180.20
C18:2	207.73
C18:3	68.74
Otros	8.34

Ración

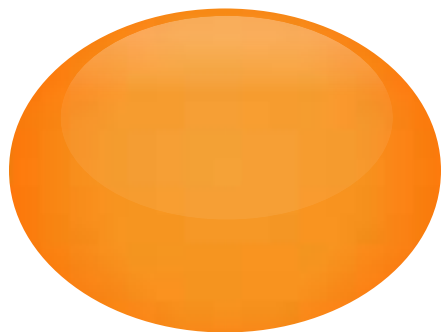
724.49

RUFAL

456.70 (2.68% MS)

- Efectos de la suplementación con PUFA sobre la concentración de MUN son variables.
 - *Weiss y Pinos-Rodríguez 2009: ↑ 6 – 7%.*
 - *Rodríguez et al. 1997: ↓ 7%.*
 - *Klop et al. 2016: Sin efecto (DHA).*
 - Valores de MUN inferiores cuando fueron determinados por espectroscopia infrarroja (**-7.2 mg/dL**).





EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS CON DHA SOBRE UREA EN LECHE DETERMINADA POR DIFERENTES MÉTODOS ANALÍTICOS



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

J. Sánchez Salas *et al.*

- **OBJECTIVO**

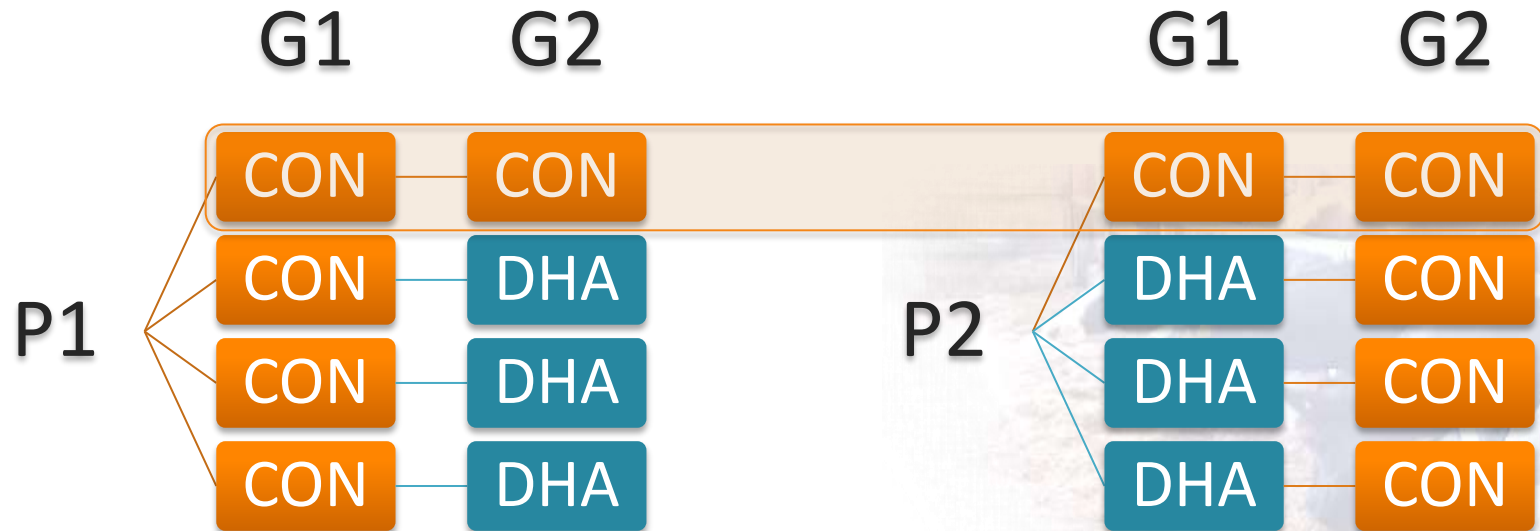
- Investigar si suplementar vacas lecheras con DHA influencia los resultados de MUN utilizando el método enzimático e infrarrojo.

- **HIPÓTESIS**

- MUN determinado por espectroscopia infrarroja son afectados negativamente debido a los efectos adversos del DHA sobre la concentración de grasa.



Diseño experimental



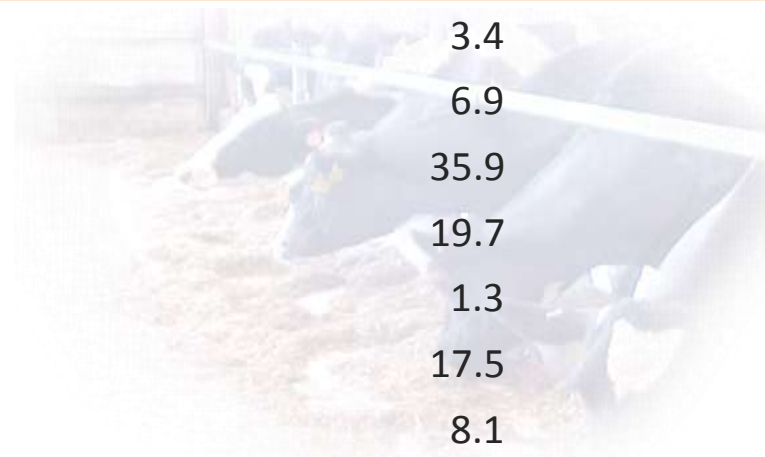
Dietas y alimentación

- Ambos tratamientos recibieron TMR.
 - 30% ensilaje de maíz, 43.5% ensilaje pasto, 26.5% concentrado.
- Tratamientos.
 - CON: sin aditivo en el concentrado.
 - DHA: concentrado contiene 2.3 g of DHA/kg de MS.

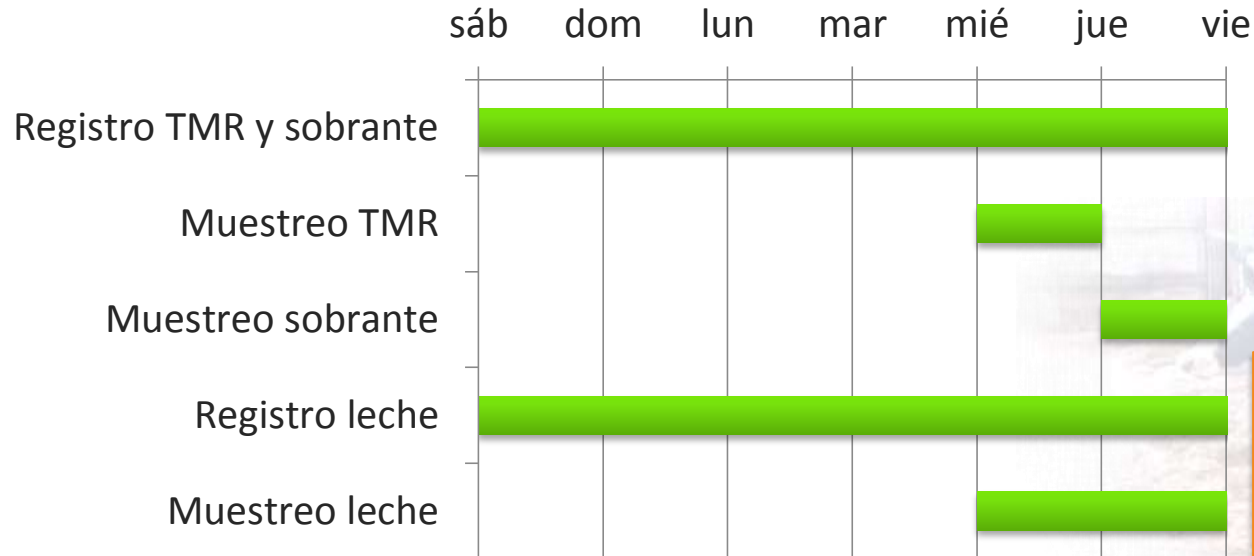


Dietas y alimentación

Item	TMR	
	CON	DHA
MS, %	54.9	55.0
PC, % MS	16.9	17.1
Grasa, % MS	3.4	3.4
Cenizas, % MS	6.9	6.9
FDN, % MS	36.0	35.9
FDA, % MS	19.7	19.7
Lignina, % MS	1.4	1.3
Almidón, % MS	18.2	17.5
Azúcares, % MS	8.1	8.1

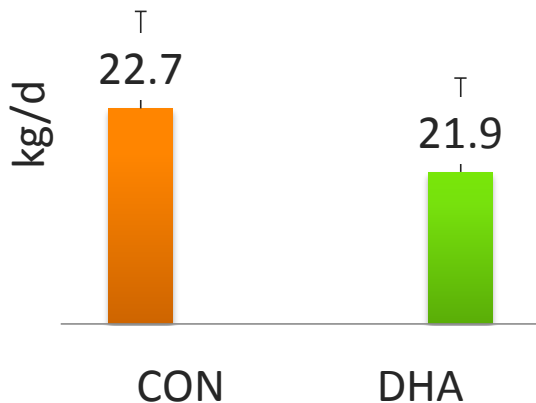


Mediciones y muestreo



RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la
suplementación con
DHA sobre el **consumo
de materia seca**



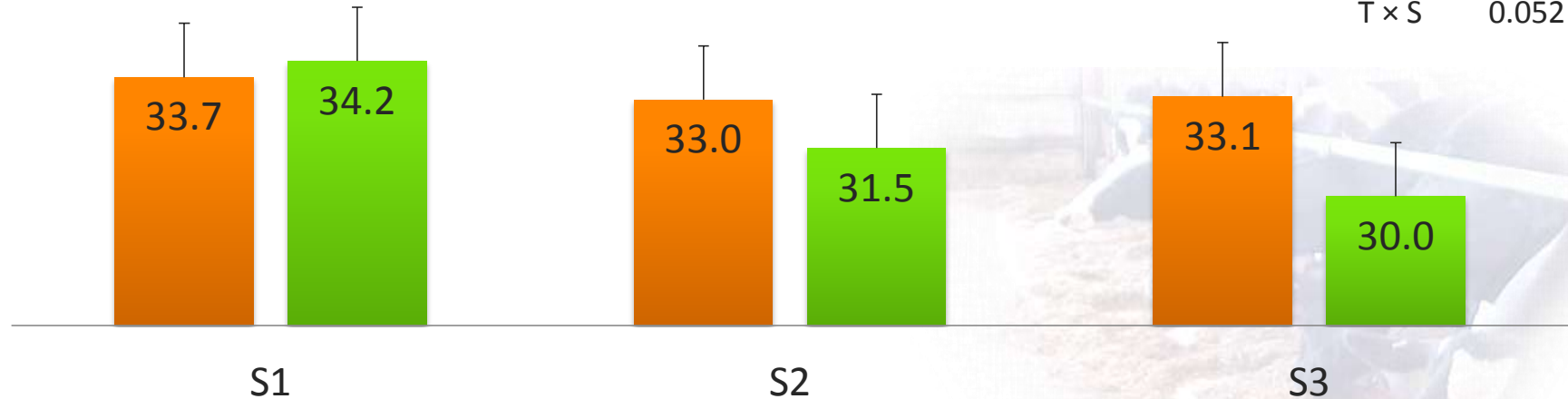
- **≈4% de reducción in CMS** debido a la suplementación con DHA.
 - *Boeckaert et al. 2008*: 10 – 45%.
 - *Moate et al. 2013*: 7 – 11%.
- Alteración de la fermentación ruminal.
 - ↓ degradación de celulosa.

RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **producción de leche (kg/d)** de vacas lecheras

■ CON ■ DHA

T	0.091
P	0.240
S	0.003
T × S	0.052



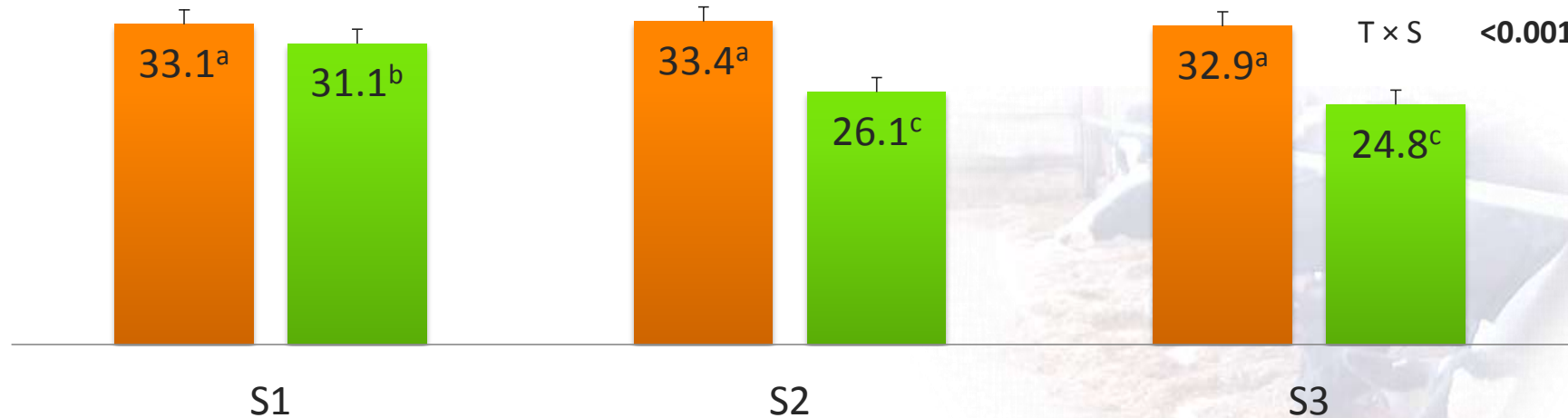
CON: 33.2 kg/d | DHA: 31.9 kg/d

RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **producción de leche corregida (kg/d)** de vacas lecheras

CON DHA

T <0.001
P 0.003
S <0.001
T × S <0.001



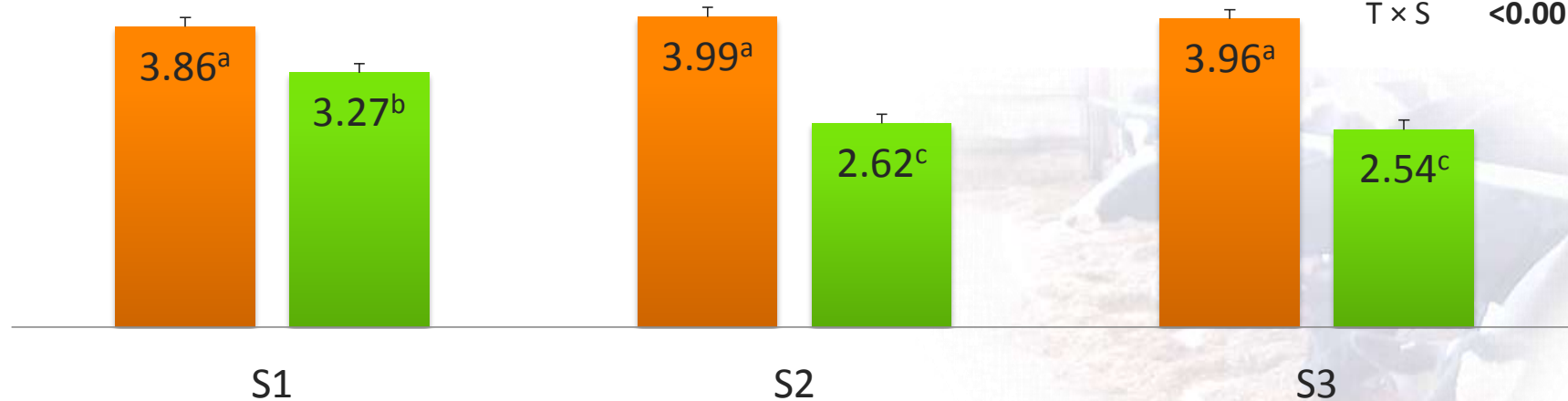
CON: 33.1 kg/d | DHA: 27.3 kg/d

RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **concentración de grasa (%)** de vacas lecheras

CON DHA

T <0.001
P <0.001
S <0.001
T × S <0.001



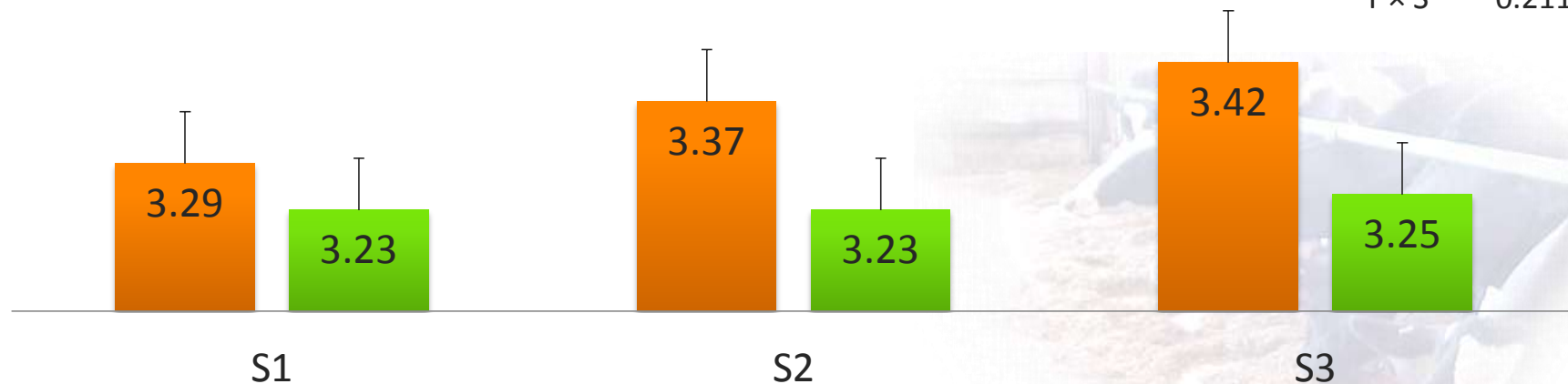
CON: 3.94 % | DHA: 2.81 %

RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **concentración de proteína (%)** de vacas lecheras

■ CON ■ DHA

T	0.022
P	0.020
S	0.088
T × S	0.211

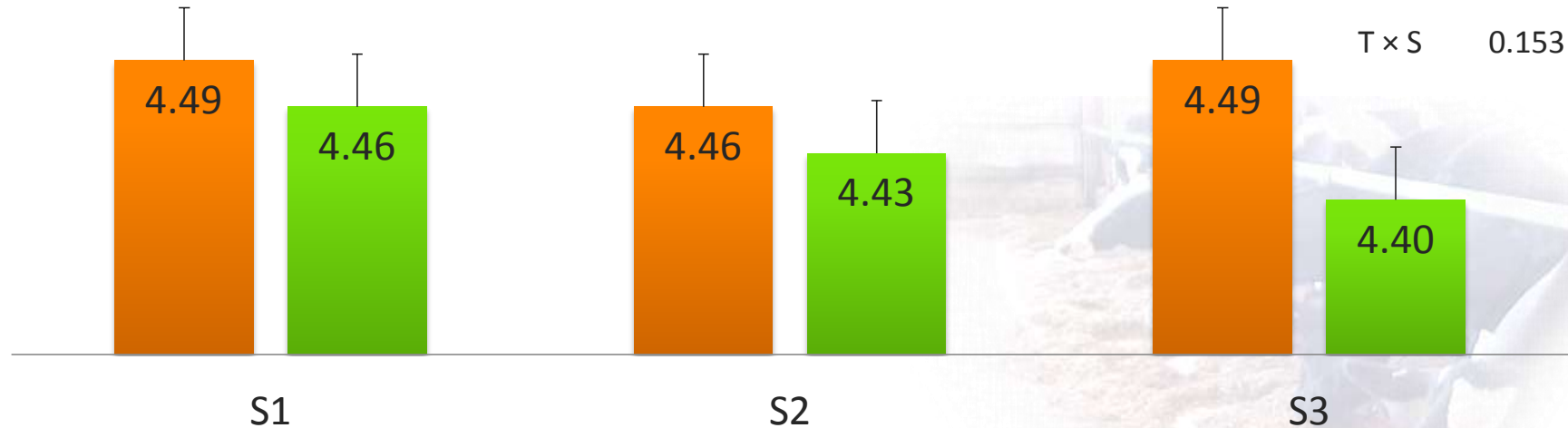


CON: 3.36 % | DHA: 3.23 %

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **concentración de lactosa** (%) de vacas lecheras

■ CON ■ DHA

T	0.035
P	0.127
S	0.077
T × S	0.153



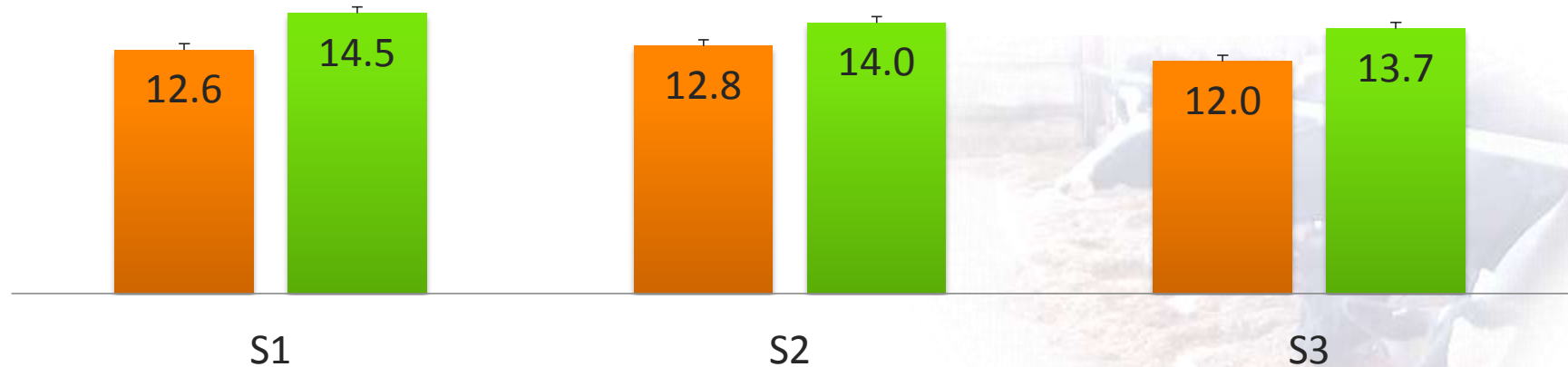
- Vacas alimentadas con DHA (50 g/d) produjeron...
 - **18% menos leche corregida** respecto al tratamiento CON.
 - *Klop et al. 2016*: ↓ 16% leche corregida (FPCM).
 - **29% menor concentración (C) y 31% menor producción de grasa láctea (P)** respecto al tratamiento CON.
 - ↓ relación acetato:propionato y ↑ flujo del *trans-10,cis-12 CLA*.
 - *Boeckert et al. 2008* (73 g/d): ↓ 20% (C) y 55% (P).
 - *Moate et al. 2013* (25 g/d): ↓ 24% (C) y 17% (P).
 - *Klop et al. 2016* (50 g/d): ↓ 26% (C) y 28% (P).

RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **concentración MUN** (mg/dL) determinado con el **método enzimático**

■ CON ■ DHA

T	0.001
P	0.576
S	0.001
T × S	0.144

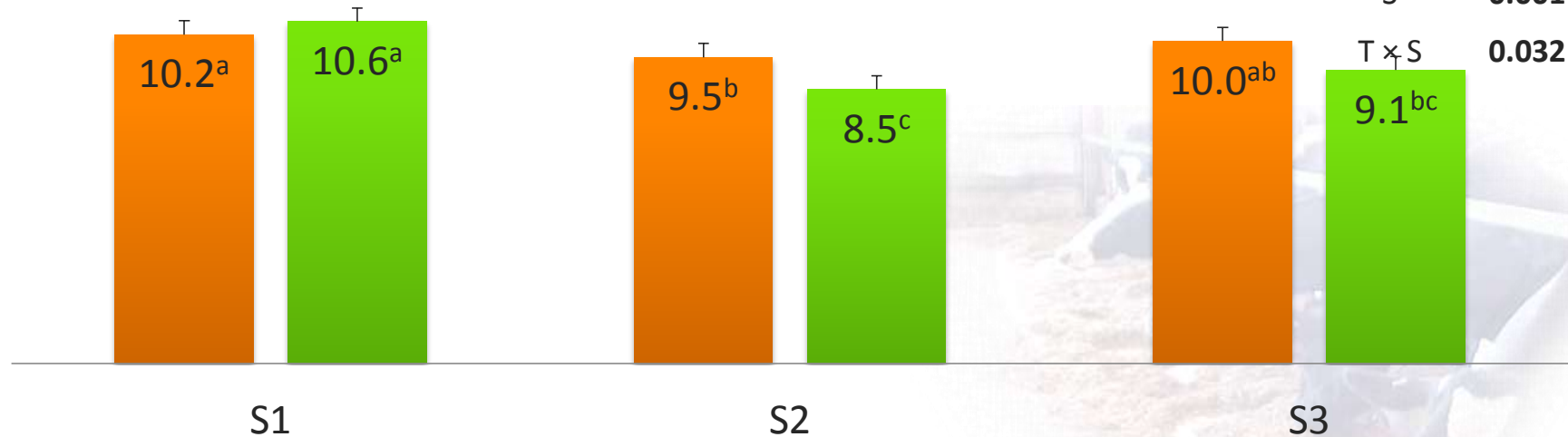


CON: 12.5 mg/dL | DHA: 14.1 mg/dL

RELACIÓN PUFA – MUN

Efecto de la suplementación con DHA sobre la **concentración de MUN** (mg/dL) determinado con el **método infrarrojo**

CON DHA

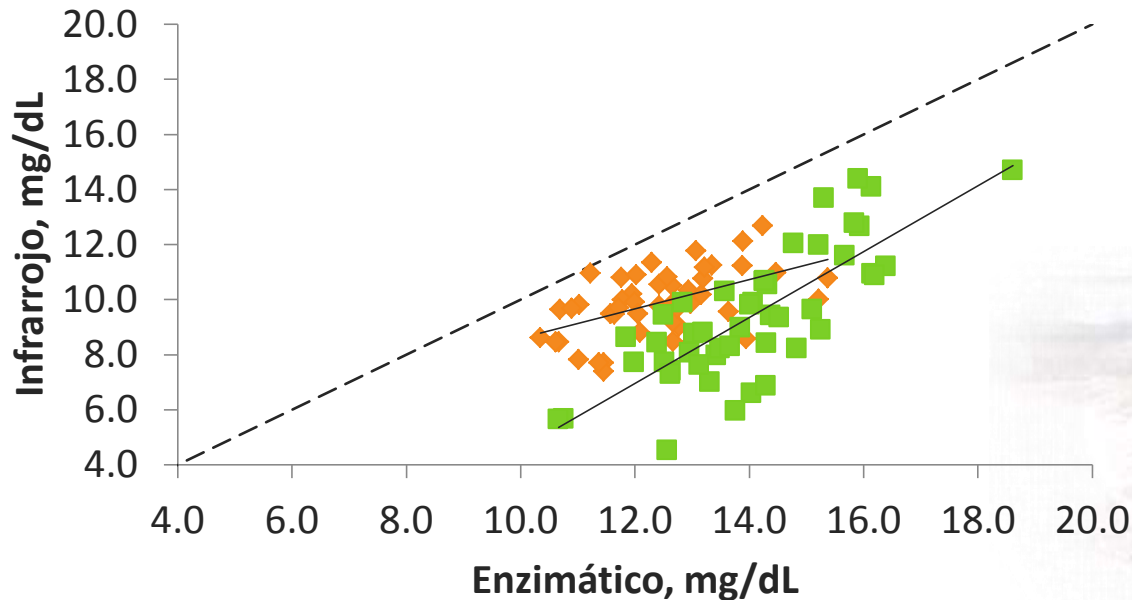


CON: 9.9 mg/dL | DHA: 9.4 mg/dL

- **Eficiencia de utilización de N:**
 - CON: 28.6% | DHA: 27.0%.
 - EU: 21 – 32% | US: 22 – 33% (*Calsamiglia et al. 2010*).
- **Incremento de 14% en concentración de MUN con método enzimático** después de suplementación con DHA.
 - Resultado de ↑ en absorción de N a través de pared ruminal.
 - *DePeters et al. 1987*: ↑ 9 – 15% (Semilla de algodón y Grasa).
 - *Johnson et al. 2002*: ↑ 9 – 15% (Semilla de algodón y Canola).

RELACIÓN PUFA – MUN

Resultados de MUN del método enzimático vs.
método infrarrojo



Diferencia media
 -2.5 ± 1.15
(23%)

CON

Diferencia media
 -4.6 ± 1.50
(40%)

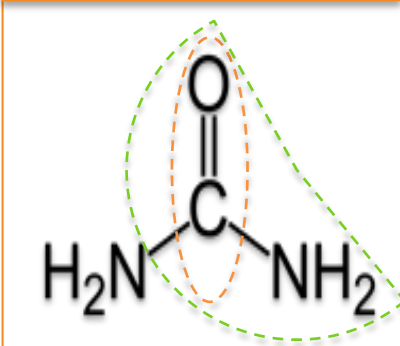
DHA

RELACIÓN PUFA – MUN

Relación lineal entre nitrógeno ureico en leche (MUN; mg/dL) y la concentración de grasa y proteína láctea (%)

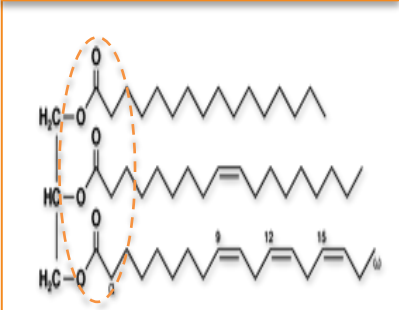
Método	X	Intersección	DE	Pendiente	DE	Valor P
Infrarrojo	Grasa	7.2	0.87	0.74	0.023	0.003
	Proteína	4.7	2.84	1.53	0.086	0.080
Enzimático	Grasa	14.6	0.85	-0.40	0.024	0.096
	Proteína	15.1	2.46	-0.58	0.074	0.438

Urea



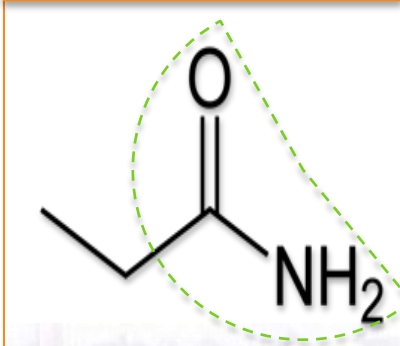
- **Rango:**
1000 – 1700 cm^{-1}
- **Banda principal:**
1465 cm^{-1}

Grasa



- **Enlace C–H:**
1460 cm^{-1}
- **Enlace C=O:**
1680 – 1800 cm^{-1}

Proteína



- **Amide I:**
1600 – 1700 cm^{-1}

CONSIDERACIONES FINALES

- La suplementación con DHA...
 - La concentración de MUN difiere entre métodos enzimáticos e infrarrojos.
 - Incrementó el MUN medido enzimáticamente y **redujo el MUN utilizando espectroscopia infrarroja.**
 - Resultados sugieren que **métodos infrarrojos subestiman MUN** cuando dietas contienen altos niveles de PUFA.

CONSIDERACIONES FINALES

- En resumen...
 - MUN es ampliamente aceptado para evaluar **eficiencia de utilización de N en ganado lechero**.
 - Dietas suplementadas con **PUFA alteran el contenido de grasa y composición de ácidos grasos en la leche**.
 - Reconocidas fuentes son **algunas materias primas y forrajes tiernos**.
 - Resultados de MUN obtenidos por métodos infrarrojos están influenciados por contenido de grasa láctea.

GRACIAS POR SU
ATENCIÓN!



jeffry.sanchezsalas@gmail.com



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

