



Balance de aminoácidos durante o período de transición en vacas leiteiras. Por que é tan importante?

O presente estudo céntrase nos aminoácidos e no seu potencial como “nutrientes funcionais” para as vacas en transición, é dicir, no seu uso para outras funcións que non sexa a produción de proteínas.

Juan J. Loor. Departamento de Ciencias Animais e División de Ciencias Nutricionais
Universidade de Illinois (Urbana-Champaign, EE. UU.)
Artigo traducido por Javier López (Kemin Ibérica)

INTRODUCCIÓN

É un feito recoñecido e aceptado entre nutrólogos e fisiólogos de vacún de leite que o período ao redor do parto (período periparto) e os tres primeiros meses de lactación son

os máis difíciles do ciclo vital do vacún de leite. Alcanzar a homeostase durante o período de periparto e ao principio da lactación significa un grande esforzo metabólico para as vacas de leite de alta produción (Drackley, 1999). Por

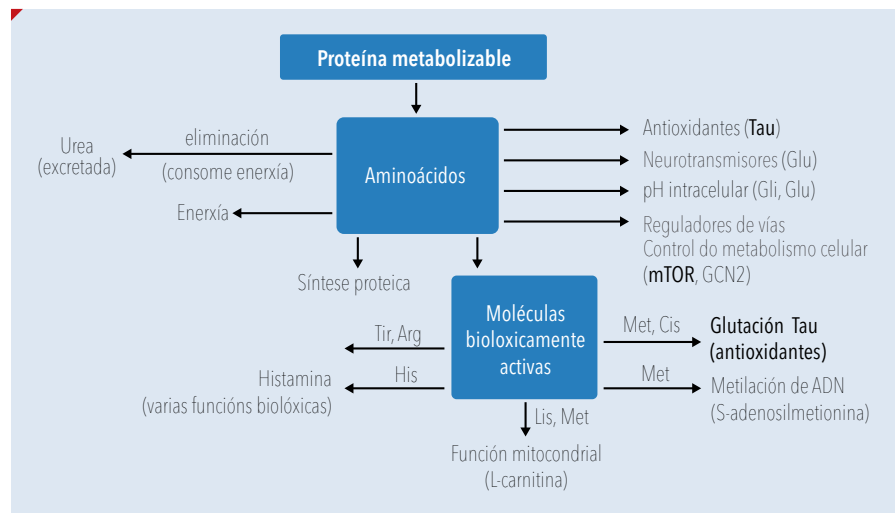
iso, os mecanismos responsables das adaptacións metabólicas e fisiolóxicas en órganos clave coma o fígado, o tecido adiposo ou o músculo esquelético durante este estadio fisiolóxico seguen sendo áreas de grande interese na investigación (Loor *et al.*, 2013; Roche *et al.*, 2013). Hai varias revisións excelentes publicadas nos últimos cinco anos en relación co que se coñece na actualidade sobre a relación entre nutrición, fisioloxía e manexo en vacas leiteiras en periparto (Loor *et al.*, 2013; Roche *et al.*, 2013; Bradford *et al.*, 2015).

É evidente que se avanzou moito no coñecemento sobre a relación entre nutrición, fisioloxía e manexo de vacas leiteiras durante este crítico período de transición. Con todo, no contexto dos “nutrientes esenciais” e as súas funcións fisiolóxicas, existen aínda lagoas en canto ao coñecemento de órganos e, aínda máis importante, de sistemas. O resto das seccións deste artigo céntranse nos aminoácidos e no seu potencial como “nutrientes funcionais” para as vacas en transición, o que definimos como o uso dun aminoácido para outras funcións que non sexan a produción de proteínas (figura 1).

AMINOÁCIDOS (AA) E PROTEÍNA METABOLIZABLE

Dos 20 AA necesarios para construír proteínas, 9 considéranse esenciais porque a vaca non pode producilos: histidina (His), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), metionina (Met), fenilalanina (Phe), treonina (Thr), triptófano (Trp), e valina (Val) [Patton *et al.*, 2014]. Aínda que a vaca é capaz de sintetizar arxinina (Arg), esta debería considerarse provisionalmente un aminoácido esencial, xa que pode converterse en limitante en condicións de alta produción ou de estrés (Patton *et al.*, 2014). A suma de proteína microbiana (MCP) e de AA da dieta que escapan á degradación do rume e pasan ao intestino delgado coñécese como proteína metabolizable (MP), unha vez realizada a súa dixestión no intestino delgado.

Figura 1. Exemplos de papeis funcionais de diferentes aminoácidos en tecidos ou células que os ruminantes poden consumir a través da proteína metabolizable



cialmente nas últimas fases do embarazo e na primeira fase de lactación, é outro factor que vai contribuír ás necesidades de MP. Suxeriuse que máis do 50 % da glicosa nos citados estados fisiolóxicos é debido á conversión de AA.

O termo MP utilízase para definir o total de AA dispoñibles na vaca para todas as súas funcións fisiolóxicas. Os distintos modelos de formulación de dietas para vacún leiteiro non se poñen de acordo sobre as necesidades de MP

en vacas, en parte debido ás diferentes hipóteses en relación aos efectos da composición de AA sobre a MP necesaria para manter un nivel de produción dado (Patton *et al.*, 2014). O uso de AA polo feto para a gliconeoxénese, espe-

T6 DYNAMIC COMMAND
PONTE EN MARCHA

NEW HOLLAND TOP SERVICE 00800 64 111 111* ASISTENCIA E INFORMACIÓN 24/7.
*La llamada es gratuita desde teléfono fijo. Antes de llamar con su teléfono móvil, consulte tarifas con su operador

www.newholland.es

CONSIGA EL MÁXIMO RENDIMIENTO EN CUALQUIER APLICACIÓN GRACIAS A LA NUEVA TRANSMISIÓN POWERSHIFT DE 8 MARCHAS BAJO CARGA

TRANSMISIÓN VERSÁTIL

11 marchas en el rango de velocidades más habitual, con superreductor como opción. El mejor sistema de inversión de su categoría.

AUTOMATIZACIÓN A LA DEMANDA

Nuevas características para hacer su trabajo más eficiente y cómodo: cambio automático, parada inteligente, gestión de velocidad de avance.

EFICIENCIA SIN IGUAL

Máxima optimización del combustible. Ciclos de carga con pala más rápidos que incrementan aún más la eficiencia.

ERGONOMÍA QUE SATISFACE SUS NECESIDADES

Reposabrazos SideWinder II equipado con distribuidores mecánicos o electrónicos. Nuevo joystick electrónico que incorpora todo lo necesario para manejar la pala con total comodidad.



“PAPEL FUNCIONAL” DOS NUTRIENTES

No caso de monogástricos, o feito de que algúns nutrientes se utilicen para outras funcións máis aló da construción de bloques de macromoléculas é da-bondo coñecido (e aceptado, figura 1). Entre os nutrientes esenciais, os ácidos graxos poliinsaturados, os AA esenciais, as vitaminas do grupo B e os minerais son recoñecidos como precursores de moléculas con actividade inflamatoria (eicosanoides), antioxidante (glutatión, taurina) ou cun papel esencial na actividade catalítica de importantes encimas (vitamina B12, zinc, manganeso). Todos estes procesos biolóxicos teñen un papel moi importante ao falar de eficiencia en vacún de leite, como se pode comprobar no feito, por exemplo, de que un desafío infeccioso en ovellas (McNeil *et al.*, 2016) ou en vacún de carne (Burciaga-Carballos, 2009) cause cambios profundos nos AA dos tecidos e no metabolismo das proteínas. Nesas condicións, a utilización de AA polo fígado aumenta de forma drástica, desviándose doutros destinos anabólicos como a síntese de proteína do leite en vacas lactantes ou a deposición de músculo no caso de xatos de carne. Ademais, datos recentes parecen indicar que as células do tracto reprodutor teñen necesidades específicas de AA, sobre todo na primeira fase de lactación (Jafari *et al.*, 2006; García *et al.*, 2016; Noleto *et al.*, 2017). Por tanto, estes roles funcionais dalgúns AA deberán cubrirse mediante o uso de suplementos protexidos para o rume. Existen aínda lagoas no coñecemento sobre as necesidades de AA de sistemas que non sexan a glándula mamaria, especialmente durante a primeira fase de lactación, cando o sistema inmune tamén se ve comprometido.

► A MET É NORMALMENTE O PRIMEIRO AMINOÁCIDO LIMITANTE E XA SÓ A SUPLEMENTACIÓN CON ESTE MELLORARÁ OS RESULTADOS PRODUTIVOS EN LACTACIÓN DAS VACAS LEITEIRAS

IMPLICACIÓN DOS AA DURANTE A ÚLTIMA FASE DE EMBARAZO PARA O FETO EN DESENVOLVEMENTO

Diferentes técnicas de manexo nutricional e o ambiente durante o embarazo ou o período neonatal poden inducir efectos de “desenvolvemento programado” na proxenie (Reynolds *et al.*, 2003). Aínda que existen bastantes publicacións sobre este tema, especialmente sobre o impacto de nutrientes esenciais en ovellas e porcos, en vacún de leite e de carne o número de estudos publicados é baixo. Entre eles, con todo, púxose en evidencia que o nivel de proteína bruta da dieta, o estrés por calor ou nutrientes como a Met durante as primeiras ou últimas fases do embarazo poden provocar consecuencias a longo prazo na bioloxía do recentemente nado (táboa 1). No contexto dun manexo nutricional para axudar á vaca e ao xato, os traballos recentes con Met protexida para o rume destacan os beneficios duais potenciais de aumentar a provisión de nutrientes esenciais.

Os recentes estudos de Batistel *et al.* (2017) non só confirmaron os benefi-

cios de aumentar a suplementación con Met a vacas leiteiras durante o período de periparto sobre o consumo (IMS), a produción e a saúde, senón que, ademais, destacou a capacidade de resposta da placenta. Aínda máis, estes autores demostraron por primeira vez que o peso ao nacemento e o crecemento do xato durante as primeiras 9 semanas de vida respondían a un aumento na suplementación de Met á dieta materna (Alharthi *et al.*, 2017). Os datos dos xatos son especialmente impactantes, porque a avaliación da resposta inmune innata *in vitro* revelou que a exposición a unha maior cantidade de Met no útero provocaba unha maior resposta fagocítica dos neutrófilos ante un desafío con *E.coli* (Alharthi *et al.*, 2017). Estes datos suxiren que os xatos serían máis capaces de producir unha resposta inmune se fosen desafiados por un patóxeno *in vivo*. Claramente, estes interesantes resultados deberían ser estudados no que se refire aos mecanismos e a se os beneficios se estenderían a melloras en lonxevidade, fertilidade e produción.

Táboa 1. Resumo dalgúns estudos que avalían a relación entre a nutrición e o desenvolvemento programado en vacas leiteiras

Obxectivo	Principal resposta biolóxica	Referencia
Avaliar o efecto da suplementación materna con Met protexida durante os primeiros 70 días de lactación sobre a transcrición xenética de embrións bovinos preimplantados.	A suplementación con Met alterou a expresión de xenes relacionados co desenvolvemento embrionario (ex., VIM, IFI6, BCL2A1 e TBX15) e a resposta inmune (ex., NKG2, TYROBP, SLAMF7, LCP1 e BLA-DQB) en embrións preimplantados.	Peñagaricano <i>et al.</i> , 2013. PLoS One. 8(8):e72302.
Determinar se o estrés por calor de vacas leiteiras durante as últimas 6 semanas de embarazo ten efectos sobre os xatos á desteta.	As xatas das vacas estresadas pola calor foron máis lixeiras ao nacer, tiveron un maior número de servizos por preñez e produciron menos leite ata a semana 35 da primeira lactación que as xatas de vacas arrefriadas.	Monteiro <i>et al.</i> , 2016. J. Dairy Sci. 99(10):8443-8450.
Identificar os efectos da suplementación cun complexo de AA (AAC- Zn, Mn, Cu e Co) ao final do embarazo sobre o sistema inmune e o crecemento do neonato.	A expresión xenética proinflamatoria en neutrófilos de xatos de vacas alimentadas con AAC foi máis baixas que nos xatos control. Eses xatos tamén tiveron unha maior altura á cruz e pesaron máis ata as 7 semanas de idade.	Jacometo <i>et al.</i> , 2015. J. Dairy Sci. 98(11):7717-7729.
Determinar o efecto da suplementación maternal con Met protexida ao final do embarazo sobre marcadores sanguíneos e a transcrición xenética do fígado en xatos recentemente nados.	Os resultados indicaron que, nos xatos de vacas suplementadas con Met, o desenvolvemento da gliconeoxénese e a oxidación de ácidos graxos no fígado foron máis rápidos, algo positivo para a adaptación ás demandas metabólicas da vida extrauterina.	Jacometo <i>et al.</i> , 2016. J. Dairy Sci. 99(8):6753-6763.

SMARTAMINE® M
MetaSMART®
LysiGEM™
CholiPEARL™
TOXFIN™



EFFICIENT SOLUTIONS
TOTAL NUTRITION

MUCHAS COSAS ESTÁN CAMBIANDO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE, NO SOLO ESTO...

La nutrición lechera está evolucionando rápidamente. La producción, ya no es el único objetivo, otros objetivos como la salud y la fertilidad de los animales, o el medio ambiente se vuelven igual de importantes.

Las palabras claves en la actualidad son:

- **Optimización**
- **Eficiencia**
- **Ahorro de costes**
- **Rendimiento**
- **Calidad**
- **Fertilidad**
- **Salud**
- **Medioambiente**

Estas palabras deben formar parte de nuestro idioma y ser nuestra meta.

Kemin pretende proporcionar una nueva visión de la nutrición, y para ello tenemos como principal objetivo ser sus colaboradores. Buscamos una producción sostenible a la vez que competitiva, que tenga como resultado una alimentación más eficiente y rentable.



Revise sus dietas, Kemin puede ayudarle.
Kemin Ibérica Tel 977 25 41 88



INSPIRED MOLECULAR SOLUTIONS™



PROTEÍNA METABOLIZABLE DURANTE O PERÍODO DE TRANSICIÓN

As necesidades nutricionais de vacas secas aumentan a medida que o período de xestación progresa, debido ao crecemento exponencial do feto ao final da xestación (NRC, 2001). No que se refire á vaca, situacións como o aumento de glicocorticoides en sangue, a mobilización dos lípidos ou o tamaño do feto van contribuír a unha diminución do IMS voluntario antes do parto. En consecuencia, a dispoñibilidade de nutrientes para a vaca e o feto diminúen (Ingvarsen e Andersen, 2000). Claramente, a cantidade de proteína e, como consecuencia, o fluxo de MP ao intestino procedente da dieta e da fermentación microbiana diminúen a miúdo debido a este menor IMS na época próxima ao parto. Por tanto, as vacas presentan unha incapacidade en fase posparto de producir suficiente MP para satisfacer as necesidades de AA tanto para a glándula mamaria como para o resto das funcións extramamarias, entre as que se inclúe unha importante demanda para a gliconeoxénese hepática. Esta incapacidade vai provocar unha mobilización activa do tecido proteico durante as dúas primeiras semanas de lactación (Bell *et al.*, 2000; van der Drift *et al.*, 2012). De feito, Bell *et al.* (2000) estimaron que, durante a primeira semana de lactación, as vacas están en balance negativo de MP de ata 600 g/d e, polo tanto, as vacas de alta produción mobilizarán ata 1.000 g de tecido proteico/d.

No contexto da nutrición e do desenvolvemento programado demostrouse que o mellorar a nutrición do xato antes da desteta pode resultar un factor ambiental crítico, cunha influencia directa sobre a expresión da capacidade xenética do animal para a produción de leite (Soberón *et al.*, 2012). O dobrar o peso ao nacemento aos 60 días de idade mediante cambios na concentración e o tempo de suplementación dun lactorreemprazante alto en proteína (28 % CP) correlacionouse de forma significativa co rendemento en leite en primeira lactación: por cada quilo de ganancia de peso antes da desteta, as vacas produciron de media 850 kg máis de leite durante a primeira lactación. Algunhas destas respostas poderían ser debidas a un maior de-

▶ DETECTAMOS RESPÓSTAS UNIFORMES NUNHA SERIE DE BIOMARCADORES EN PLASMA E TECIDO HEPÁTICO, NOS CALES SE INDICA QUE A MET AXUDA A REDUCIR A RESPÓSTA INFLAMATORIA E O ESTRÉS OXIDATIVO DAS VACAS

senvolvemento da glándula mamaria, como se demostrou en estudos comparando dietas cun lactorreemprazante control (0,45 kg/d, 20 % CP, 20 % graxa) ou lactorreemprazantes “enriquecidos” (1,13 kg/d, 28 % CP, 25 % graxa) durante a fase de predesteta (Geiger *et al.*, 2016). É obvio que isto representa unha oportunidade única de mellorar a eficiencia produtiva do vacún de leite mediante a nutrición no útero antes do parto. Farían falta, con todo, máis investigacións nas que se tratasen de definir os mecanismos e tamén explorar os papeis específicos doutros nutrientes esenciais que se sabe que teñen tamén papeis funcionais, como as vitaminas do grupo B e os minerais.

INTERESE DA METIONINA PARA AS VACAS EN TRANSICIÓN

McCarthy *et al.* (1968) expuxeron a hipótese de que a deficiencia de Met nos ruminantes podería limitar a síntese das lipoproteínas de moi baixa densidade (VLDL) no fígado e ser así un factor causante da cetose. Anos máis tarde demostrouse que a velocidade de síntese das VLDL no fígado era menor nos ruminantes que nos monogástricos (Pullen *et al.*, 1990). Esta peculiaridade dos ruminantes é especialmente importante no momento do parto, cando as adaptacións *homeorresistéticas* no animal poden conducir a un notable incremento dos ácidos graxos non esterificados en sangue (NEFA), que son recollidos polo fígado, aumentando así a susceptibilidade á lipidose hepática (Grummer, 1993). Algúns estudos posteriores valoraron o papel da Met como un AA potencialmente limitante na regulación do metabolismo dos ácidos graxos no fígado. Debido á súa extensiva degradación no rume, os primeiros traballos avaliando a Met utilizaron infusións intravenosas ou o “hidroxianálogo” da Met (Bertics e Grummer, 1999; McCarthy *et al.*, 1968; Piepenbrink *et al.*, 2004).

O hidroxianálogo ten algo de protección fronte ao metabolismo no rume, pero existen na actualidade outras tecnoloxías de protección que aseguran un maior nivel de baipás ruminal e unha maior biodispoñibilidade intestinal (Berthiaume *et al.*, 2006).

Grummer (1993) propuxo que a utilización do triacilglicerol (TAG) para a síntese de VLDL despois do parto é deficiente cando o nivel de Met hepática é insuficiente. Traballos máis recentes estableceron unha asociación entre niveis baixos de Met en sangue durante os primeiros 14 días despois do parto e a aparición de lipidose hepática severa (Shibano e Kawamura, 2006). O traballo de Dalbach *et al.* (2011) demostrou que é posible aumentar a concentración de Met en sangue durante as primeiras 2 semanas despois do parto mediante a suplementación na dieta con de Met protexida para o rume. O ritmo metabólico hepático en vacas de alta produción case se duplica despois do parto (Reynolds *et al.*, 2003), o que podería explicar o aumento neto de incorporación de Met no fígado. De feito, á parte da histidina, a Met foi o único aminoácido cuxa utilización neta no fígado aumentou entre o pre e o posparto (Larsen e Kristensen, 2013). Distintos aspectos do metabolismo da Met no fígado, vía o metabolismo de grupos dun átomo de carbono-1 e o ciclo da Met, foron cumpridamente estudados en monogástricos e ata certo punto en estudos clásicos con ovellas (Snoswell e Xue, 1987). Nunha investigación recente, Zhou *et al.* (2017ab) proporcionaron a primeira demostración de que a actividade da betaína-homocisteína metiltransferasa (BHMT), a metionina sintetasa (MTR), e a cistatión sintetasa (CBS) aumentan ao redor do parto e parecen responder á provisión de Met.




Prima

Su bienestar, tu rentabilidad

El Programa de recría Prima de NANTA mejora la rentabilidad de las explotaciones a través del bienestar de las terneras.

Prima trabaja sobre los cuatro conceptos esenciales para el bienestar de los animales: el calostro, la lactancia, el destete y el cuidado de distintas variables como el medioambiente, la sanidad o el entorno social.

Nuestro programa ofrece beneficios comprobados para el ganadero: mayor desarrollo de las terneras, mejora de su sistema inmune, reducción del estrés al destete, adelanto a la primera inseminación y de la edad al primer parto, mayor producción de leche y mayor vida productiva de la vaca.

Con Prima las terneras son más felices, y el ganadero también.



www.programaprima.es

NW
NANTA

Incrementar a subministración de Met ao fígado mediante a suplementación con fontes protexidas para o rume é especialmente importante para o animal, non só polo papel clave da Met na síntese da proteína do leite senón tamén para a produción de glutatión e taurina [antioxidantes intracelulares (Atmaca, 2004)] e provisión de grupos metilo (Finkelstein, 1990). Por tanto, aínda que non é o único nutriente esencial con este rol, a Met é un exemplo dun aminoácido cun papel funcional claro (figura 1). Por exemplo, polo menos en non ruminantes, está demostrado que a provisión de grupos metilo é un aspecto importante da utilización total da Met no fígado, xa que a metilación é unha forma de regular a expresión xenética, o funcionamento das proteínas e o procesado do RNA. Unha serie de estudos publicados recentemente con vacas leiteiras confirmou o papel esencial da Met, máis aló de servir como fonte de AA na síntese de proteínas, á hora de manter uns consumos máis estables durante a época do parto, reducir a inflamación e o estrés oxidativo, ter unha mellor función inmune innata, permanecer máis saudables e optimizar a produción de leite (Osorio *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2017ab; Batistel *et al.*, 2017). É evidente que o papel funcional doutros nutrientes esenciais como as vitaminas do grupo B e os oligoelementos ten aínda que definirse en vacún de carne e de leite. A investigación adicional nesta área será moi útil para tentar optimizar a eficiencia na utilización de nutrientes en ruminantes.

METIONINA PROTEXIDA PARA O RUME E RESPOSTAS EN PRODUCCIÓN

A proteína non degradable no rume (RUP) é ao redor do 50 % do total da MP e algunhas publicacións suxiren que un aumento na RUP ao final da fase de xestación mellora os resultados produtivos durante a lactación (Huyler *et al.*, 1999). Así, a RUP é unha importante fonte de AA esenciais (EAA); por

exemplo, a Met para os tecidos e como ladrillos de construción de encimas e hormonas importantes nunha serie de funcións metabólicas. Está claro que un perfil de AA adecuado da RUP é esencial para garantir unha boa transición, tanto para a vaca como para o xato aínda non nado. Demostrouse que a Met e a Lys na MP son os aminoácidos máis limitantes en numerosas racións para vacas leiteiras (NRC, 2001). De feito, a Met é normalmente o primeiro aminoácido limitante e xa só a suplementación con Met mellorará os resultados produtivos en lactación das vacas leiteiras (Armentano *et al.*, 1997; Rulquin e Delaby, 1997).

A suplementación con Met durante o período de periparto aumenta ao tempo o rendemento, a proteína e a graxa do leite despois do parto (Ordway *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2013). Estas respostas son en parte debidas á maior dispoñibilidade de Met e tamén ao seu fluxo adicional no seu ciclo no fígado, o que aumenta a produción de compostos tales como a Cys. Igual que a Met, a Cys é un AA sulfurado e ambas contribúen con ligazóns sulfuro durante a síntese de proteína na glándula mamaria (Pocius *et al.*, 1981). Polo que respecta á produción de leite, o traballo realizado no noso laboratorio dando Met protexida detectou unha resposta positiva á hora de manter consumos de materia seca constantes durante o preparto (últimos 21 días) e de aumentar os consumos, tanto en ritmo como en cantidade durante os primeiros 30 a 60 días despois da desteta (táboa 2). As respostas en produción de leite foron similares ás obtidas por outros grupos, mostrando os beneficios da suplementación de Met protexida despois do parto (St-Pierre e Sylvester, 2005).

FUNCIONAMENTO DO FÍGADO DURANTE O PERÍODO DE TRANSICIÓN: RELACIÓN COA INFLAMACIÓN E O ESTRÉS OXIDATIVO

Durante a última década confirmouse que a vaca leiteira en periparto atravesará unha fase de redución de actividade no fígado, ligada a un aumento da inflamación e ao estrés oxidativo (Bionaz *et al.*, 2007; Trevisi *et al.*, 2012). A bilirrubina, a glutámico-oxaloacética transaminasa (GOT), a γ -glutamyltransferasa (GGT), ademais da albúmina e a paraoxonasa (PON), son biomarcadores hepáticos usados normalmente durante a época do parto (Bertoni *et al.*, 2008). Mentres que o fígado é responsable da diminución de bilirrubina (Bertoni *et al.*, 2008), valores altos de GOT e GGT indican dano celular hepático (por ex., lise e necrose).

Táboa 2. Resumo das principais respostas en produción de vacas suplementadas con Met protexida durante os períodos de transición e comezo de lactación

Ítem	Experimentos		
	Osorio <i>et al.</i> (2013)	Zhou <i>et al.</i> (2017ab)	Batistel <i>et al.</i> (2017)
Proteína bruta da dieta, %	15 (pre); 17,5 (post)	146 (pre); 17,3 (post)	15,7 (pre); 17,4 (post)
Lys, % de MP	6,1-6,6	6,2-6,6	6,3-6,5
Lys, g en MP	81 (pre); 112 (post)	85 (pre); 148 (post)	89 (pre); 156 (post)
Met, % de MP	2,15-2,35 (1,8-1,9) ²	2,3-2,4 (1,8-1,9) ²	2,2-2,3 (1,7-1,8) ²
Met, g en MP	29 (pre); 40 (post)	33 (pre); 55 (post)	32 (pre); 56 (post)
Resposta media respecto á dieta control ¹			
DMI, kg/d			
Preparto	+0,5	+1,1	+1,2
Posparto	+2,1	+2,0	+1,6
Rendemento leite, kg/d	+3,4	+3,8	+4,3
Leite corrixido por enerxía kg/d	+3,9	+4,1	+4,6

¹Dieta a base de ensilado de millo. A Met protexida engadiuse de -21 a 30 días en leite en Osorio *et al.* (2013) e Zhou *et al.* (2016) ou ata 60 días en leite en Batistel *et al.* (2017). ²Rango na dieta control non suplementada. ³Cantidades na dieta preparto (pre) ou posparto (post)

KEENAN®

an **Alltech** company

CARRO MEZCLADOR KEENAN
LA NUEVA MÁQUINA DE ALTO
RENDIMIENTO PARA UNA MAYOR
EFICIENCIA ALIMENTARIA



Delegados comerciales:

Cayetano Martín 660 493 588

José Manuel Reguera 638 306 774

- Gran volumen de mezcla
- Menos absorción de potencia (ahorro de combustible)
- Servicio KEENAN InTouch

Para realizar sus pedidos:

✉ pedidos@alltech.com ☎ 900 827 246 📞 647 243 860

🌐 Alltech.com/spain 📺 AlltechSpain 🐦 #AlltechSpain



Táboa 3. Resumo de beneficios adicionais da alimentación con Met protexida durante os períodos de transición e principio de lactación

Biomarcador	Resposta ¹	Función biolóxica
Metabolismo		
Carnitina	(fígado)	b-oxidación de ácidos graxos
Colesterol	↑↑ (plasma)	Metabolismo das lipoproteínas
Inflamación		
IL-1beta	↓ (plasma)	Citoquina pro-inflamatoria
Haptoglobina	↓↓ (plasma)	Sinal de inflamación
Albúmina	↑↑ (plasma)	Resposta fase aguda
Estrés oxidativo		
Metabolitos reactivos ao O (ROM)	↔/↓ (plasma)	Peróxidos, superóxido, radicais OH
Glutación	↑↑ (fígado, sangue)	Antioxidantes
Taurina	↔/↑ (plasma)	Antioxidantes
Capacidade antioxidante	↔/↑ (plasma)	Antioxidantes totais en sangue
Paraoxonasa	↑↑ (plasma)	Enzima antioxidante

¹Relativa ao control ou unha dieta suplementada con colina protexida (Osorio *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2017ab; Sun *et al.*, 2016; Batistel *et al.*, 2017)

RELACIÓN ENTRE MET PROTEXIDA, DMI E SAÚDE

O status “inflamatorio” transitorio ao redor do parto parece ser un aspecto “normal” das adaptacións á lactación (Bradford *et al.*, 2015), cun impacto positivo ou negativo segundo a súa intensidade en cada caso. As vacas que chegan ao período do parto con maiores (pero aínda subclínicos) niveis de citocinas circulantes van presentar un maior nivel de inflamación e de estrés oxidativo, e unha diminuída función hepática durante 30 días en lactación, unido a un menor rendemento en leite e un menor consumo posparto (Bertoni *et al.*, 2008; Trevisi *et al.*, 2012). Ademais do seu papel esencial en inmunidade, citocinas (ILs), interferóns (IFNs) e TNF- α tamén exercen efectos patofisiolóxicos. Isto conduce ao que se coñece normalmente como

“comportamento enfermizo”, cuxa primeira manifestación é a saciedade. Similar a como reaccionan as vacas durante un estado inflamatorio preto do parto, a redución en DMI á desteta é un exemplo deste comportamento. En ratos demostrouse que estas citocinas reducen o tamaño e a duración do alimento, diminúen a frecuencia de alimentación e prolongan os períodos entre comidas (Plata-Salaman, 1995).

Aínda máis, as citocinas afectan directamente ao hipotálamo. IL-1 β e IFN actúan directa e especificamente sobre as neuronas sensibles á glicosa nos sitios de “fame” e “saciedade” do cerebro (Plata-Salaman, 1995). Así pois, o aumento do consumo observado ao suplementar Met protexida pode explicarse en parte por unha redución da inflamación, xa que directamente (a nivel hepático ao atenuar a sobrerresposta inmunolóxica) e indirectamente (ao reducir o estrés oxidativo) diminúen as citocinas proinflamatorias en circulación.

En resumo, os resultados obtidos ata a data indican que algúns aditivos nutricionais ou nutrientes teñen un efecto inmunomodulador positivo en vacas leiteiras, especialmente en períodos de estrés como a transición á lactación. Na nosa opinión, a industria debería poñer máis énfase en comprender mellor os mecanismos de acción cos que os aditivos e os suplementos nutricionais exercen un efecto biolóxico no animal. ■

NOTA DO AUTOR

As persoas interesadas na bibliografía citada neste artigo poden contactar con Javier López: javier.lopez@kemin.com

A resposta inflamatoria durante o periparto caracterízase por unha diminución da produción de proteínas de fase aguda positivas (posAPP), como a haptoglobina e a amiloide A sérica (SAA), e por un descenso concomitante de produción de APP negativas (negAPP), como a albúmina (Bertoni *et al.*, 2008). A nivel hepático, os desencadeamentos coñecidos destas respostas son as citocinas proinflamatorias IL-6, IL-1 e TNF- α (Kindt *et al.*, 2007). Doutra banda, o estrés oxidativo está motivado polo desequilibrio entre a produción de metabolitos reactivos ao osíxeno (ROM) e a capacidade neutralizadora de mecanismos antioxidantes en tecidos e sangue. Algúns dos antioxidantes celulares máis coñecidos inclúen o glutatión, a taurina, a superóxido dismutasa (SOD) e as vitaminas A e E (Bernabucci *et al.*, 2005). Cando o estrés oxidativo afoga a capacidade antioxidante celular, os ROM poden inducir unha resposta inflamatoria que se controla mediante cambios na expresión xenética de reguladores de transcrición (por ex., STAT3, NFKB).

O feito de que a albúmina se clasifique como unha negAPP implica que a produción hepática (o principal sitio de produción no corpo) adoita reducirse ao comezo da inflamación (Bertoni *et al.*, 2008). As vacas cunha función hepática sa posparto teñen concentracións de albúmina de entre 33 e 35 g/L (Bionaz *et al.*, 2007; Bertoni *et al.*, 2008). Nos nosos estudos con suplementación con Met protexida, detectamos respostas uniformes nunha serie de biomarcadores en plasma e tecido hepático, nos cales se indica que a Met axuda a reducir a resposta inflamatoria e o estrés oxidativo das vacas.