

consulta

de Difusión Veterinaria

Vol. 31, Nº 306, Diciembre'23 - Enero'24

Publicación Veterinaria
de Animales de Compañía

Editorial: Consulta de Difusión, S.L.
Juan Herrera 14-16 bajos
12004 Castellón. Spain.
Tel: (+34) 964 72 44 66
e-mail: consulta@consultavet.org
http://www.consultavet.org

Editor: Román Rubert
roman@consultavet.org

Ass. Edición: Lidia Rubio
lidia@consultavet.org

Publicidad: Laura Monfort
cdv@consultavet.org

Suscripciones: consulta@consultavet.org
www.consultavet.org

Imprenta: PSG Procesos y Soluciones Gráficas

Manipulado: SDA Documental

Depósito Legal: CS 134-1993 / **ISSN:** 1135-0598
Abreviatura Normalizada: Consulta Difus Vet

Impresa con papel procedente de fuentes responsables
Certificaciones del papel: FSC®, PEFC™, EMAS, ISO 9001,
ISO 14001, ISO 50001, ECF.

SUSCRIPCIÓN 1 AÑO INCLUYE:

**10 ejemplares impresos + Digital (web) + ConsultaVet App
+ Beca descuento 30% en cursos Quadam veterinaria**

• ESPAÑA: 148 euros (anual) / 74 euros (semestral)

Domiciliación Bancaria.

• PORTUGAL Y OTROS PAÍSES: 148 Euros (anual).

Tarjeta VISA/MasterCard desde www.consultavet.org

© Consulta de Difusión, S.L.

Los artículos impresos en la revista se encuentran disponibles online en la página web de la editorial.

Consulta de Difusión S.L. no se responsabiliza de las opiniones vertidas por los autores en los trabajos publicados en la revista Consulta de Difusión Veterinaria, ni tampoco avala, garantiza o se responsabiliza del acierto, rigor, originalidad, autenticidad y/o bondad de sus contenidos.

La aplicación ConsultaVet App contiene una serie de pautas orientativas, dirigidas únicamente a los veterinarios, que pretenden facilitar su labor, pero en modo alguno sustituir su criterio técnico y científico, ya que es al profesional veterinario, que está asistiendo cada proceso patológico en un animal concreto, a quien corresponde, de forma exclusiva, la decisión final y la responsabilidad de la prescripción.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

La Editorial a los efectos previstos en el artículo 32.1 párrafo segundo del vigente TRLPI, se opone expresamente a que cualquiera de las páginas de esta obra o partes de ella sean utilizadas para la realización de resúmenes de prensa. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Plasma rico en plaquetas en oftalmología

Según los estudios disponibles *in vivo* e *in vitro*, el plasma rico en plaquetas (PRP) posee un potencial terapéutico adecuado para patologías oculares, especialmente aquellas que afectan a la córnea. El potencial terapéutico del PRP se incrementa por sus características fisiológicas y bioquímicas.

La utilidad clínica del PRP como terapia adyuvante en la regeneración tisular ya ha sido demostrada en algunas cirugías reconstructivas de lesiones orales, maxilofaciales, cardiovasculares, así como de lesiones oculares que evolucionaban hacia la ulceración estromal. El PRP se obtiene al centrifugar sangre entera sin coagular, y contiene suero, plaquetas, leucocitos y factores de crecimiento. El PRP autólogo es una terapia segura, simple y económica en medicina regenerativa, y el PRP alogénico también posee ventajas. Existen diferentes formas de PRP que se pueden aplicar en defectos corneales epiteliales: gotas, inyectable y en forma de coágulo.

Las propiedades terapéuticas incluyen la angiogénesis, la potenciación de la síntesis de colágeno, la promoción de la secreción de citocinas por parte de las células mesenquimatosas y epiteliales, la migración y mitosis de las células endoteliales, estimulación de la proliferación celular y la diferenciación de células epiteliales. Estos efectos del PRP se atribuyen principalmente a los factores de crecimiento que contiene, como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante β (TGF- β), el factor de crecimiento epidérmico (EGF), el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) y el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF). El tratamiento de las alteraciones epiteliales corneales crónicas espontáneas requiere el fortalecimiento de los complejos de adhesión epiteliales, lo cual se puede ver facilitado por las elevadas concentraciones de factores de crecimiento en el PRP. Además de estas propiedades, el PRP presenta una composición similar a las lágrimas naturales, por lo que la administración de PRP es considerado una terapia de rutina en el posoperatorio de pacientes sometidos a cirugía ocular.

Asimismo, los resultados de ensayos clínicos que emplean PRP en animales también muestran ser prometedores en varias alteraciones de la superficie ocular. Los datos preliminares indican que la terapia con PRP se emplea actualmente en patologías como úlceras corneales, queratoconjuntivitis seca, quemaduras químicas y térmicas, defectos corneales epiteliales y queratitis. Además, el PRP se ha empleado como agente antienvjecimiento y bioadhesivo en la córnea. El PRP ya se ha empleado como adyuvante en la terapia con células madre, pudiéndose incluir en la terapia posoperatoria de cirugías oftálmicas.

No obstante, se requieren con urgencia ensayos clínicos a larga escala y directrices internacionales para validar la aplicación del PRP en oftalmología veterinaria y para facilitar su fabricación y su uso rutinario en las clínicas veterinarias. Aunque el PRP es prometedor, aún faltan muchas preguntas por responder, cómo el método óptimo de concentración del PRP, el método óptimo de preservación, el periodo máximo de conservación posible, el mejor método y forma de administración de PRP en condiciones oculares específicas, etc.

* Sharun K, Chandran D, Manjusha KM, et al. *Advances and prospects of platelet-rich plasma therapy in veterinary ophthalmology. Vet Res Commun. 2023 Sep; 47(3):1031-1045.*

Los ácidos grasos en las enteropatías crónicas caninas

Cristina Higuera López^[1];
Ángel Sainz Rodríguez^[2];
Ana I. Rey Muñoz^[3].

1. Licenciada en Veterinaria.
2. Dpto. de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria.
3. Nutrición Animal. Facultad de Veterinaria.

Universidad Complutense de Madrid
Av. Séneca, 2
28040 Madrid

Definición y clasificación de los ácidos grasos

Los ácidos grasos son los principales constituyentes de triglicéridos. Pueden encontrarse en forma libre, y al oxidarse proporcionan una importante **fuerza de energía** para las células y tejidos corporales, ejerciendo además otras **funciones reguladoras** en el organismo (Xu *et al.*, 2021).

La clasificación de los ácidos grasos puede realizarse en función de su estructura, teniendo en cuenta la longitud de la cadena y el grado de insaturación. De esta forma, se habla de ácidos grasos de **cadena corta** (≤ 6 carbonos), ácidos grasos de **cadena media** (6-12 carbonos), ácidos grasos de **cadena larga** (12-22 carbonos) y ácidos grasos de **cadena muy larga** (más de 22 carbonos) (Burgy *et al.*, 2022). Además, si hay dobles enlaces o no, pueden ser ácidos grasos **saturados** (sin dobles enlaces), **monoinsaturados** o MUFA (un doble enlace) o **poliinsaturados** o PUFA (dos o más dobles enlaces) (Ma *et al.*, 2019).

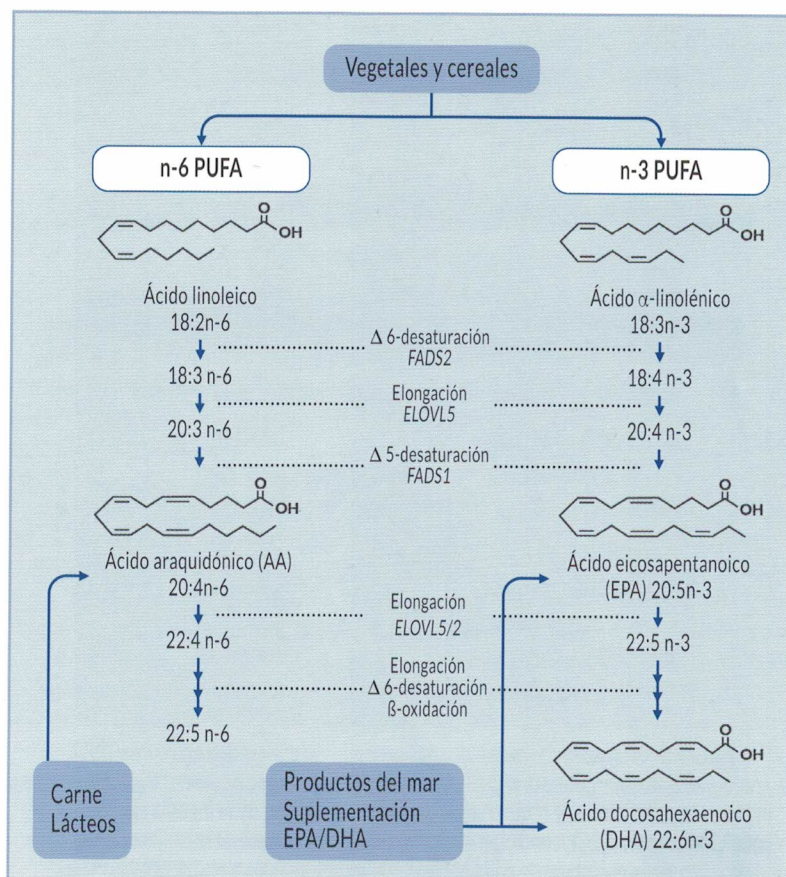
Importancia de los ácidos grasos

Los ácidos grasos presentan un **gran número de funciones fisiológicas**, ya que además de ser fuente de energía, son componentes estructurales y funcionales de las membranas celulares, actúan como precursores de mediadores lipídicos, y pueden participar en la señalización y en la expresión génica, entre otras (Kremmyda *et al.*, 2011). Su obtención a partir de la grasa dietética se encuentra, sobre todo, en forma de triglicéridos. Si se comparan con las proteínas o los hidratos de carbono, la grasa presenta dos veces mayor valor energético y su almacenamiento en el tejido adiposo requiere menor cantidad de agua (Kremmyda *et al.*, 2011).

A pesar de que algunos ácidos grasos pueden ser sintetizados en el cuerpo a partir de precursores no lipídicos como la glucosa u otros ácidos grasos (Calder, 2015), los **ácidos grasos esenciales** (principalmente poliinsaturados) no pueden ser producidos endógenamente por la ausencia de determina-

das enzimas para su elaboración y, por ende, deben ser incorporados a través de la dieta (Tvrzicka *et al.*, 2011). El ácido linoleico (18:2n-6) y el α -linolénico (18:3n-3) son los precursores de las dos más importantes familias de ácidos grasos poliinsaturados. A partir del linoleico se producen los ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (n-6) y a partir del α -linolénico, los omega-3 (n-3) (Tvrzicka *et al.*, 2011). La ruta metabólica de los n-6 y de los n-3 comparte algunas enzimas, por lo que existe cierta competencia entre ellos por la síntesis de sus derivados de cadena larga (Kremmyda *et al.*, 2011). Dentro de los n-6 se encuentran al ácido araquidónico o AA (20:4n-6), mientras que el ácido eicosapentaenoico o EPA (20:5n-3) y el docosahexaenoico o DHA (22:6n-3) proceden de los n-3, entre otros (Tvrzicka *et al.*, 2011) (figura 1). La relevancia de estos ácidos

Figura 1
Obtención de ácidos grasos poliinsaturados n-6 y n-3 a partir del ácido linoleico y el α -linolénico.
Adaptada de Schunck *et al.*, (2018).



se debe a su participación y regulación en los procesos inflamatorios, a través de la producción de eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos), un conjunto de moléculas lipídicas involucradas en varias funciones pro y antiinflamatorias, pro y antiagregación plaquetaria, vasodilatación, vasoconstricción, respuesta inmune, crecimiento celular y proliferación (Shahidi y Ambigaipalan, 2018). Sin embargo, la función de los eicosanoides derivados del AA difiere de los derivados del EPA, ya que los primeros promueven la inflamación favoreciendo la quimiotaxis, agregación plaquetaria y vasoconstricción, mientras que los segundos actúan promoviendo la vasodilatación y antiagregación plaquetaria (Shahidi y Ambigaipalan, 2018). En consecuencia, la fuente de eicosanoides juega un papel importante en las funciones fisiológicas y numerosos estudios demuestran un menor efecto inflamatorio de los n-3, atribuyéndoseles por lo tanto propiedades antiinflamatorias (Kremmyda *et al.*, 2011).

Ácidos grasos en enteropatías crónicas

Una de las primeras estrategias para la clasificación de las enteropatías crónicas es el abordaje dietético, habiendo descartado previamente otras cau-

sas infecciosas, metabólicas o neoplásicas (Tolbert *et al.*, 2022). En la patogénesis de las enteropatías crónicas se produce una respuesta inmunitaria exacerbada frente a antígenos dietéticos o la propia microbiota del animal, lo que se traduce en una pérdida de tolerancia y un proceso inflamatorio asociado, dañando así la mucosa intestinal (Allenspach y Mochel, 2022). La modificación del porcentaje de grasa dietética es una posible intervención terapéutica para los perros que sufren esta patología. Por una parte, el **aumento del porcentaje de grasa** podría beneficiar a aquellos pacientes con una baja condición corporal siempre y cuando no presenten evidencia de trastornos en la motilidad gastrointestinal, pancreatitis o malabsorción (por ejemplo, linfangiectasia) (Tolbert *et al.*, 2022). Este aumento de grasa mejoraría la palatabilidad y reduciría el volumen de comida para aquellos pacientes con falta de apetito, mejorando así su situación. Sin embargo, la reducción del porcentaje de grasa es necesaria en aquellos pacientes que presentan trastornos en la motilidad, pancreatitis o linfangiectasia ya que, de lo contrario, pueden verse aumentados determinados signos clínicos como el vómito (Tolbert *et al.*, 2022). El problema asociado en este caso es la necesidad de aumentar el volumen de la ración al disminuir los niveles de grasa, lo que puede ser problemático en animales con bajo apetito o intolerancias a grandes raciones, dando lugar a bajas condiciones corporales (figura 2) (Tolbert *et al.*, 2022). Un claro ejemplo serían los perros con enteropatía perdedora de proteínas, uno de los tipos de enteropatía crónica. Cuando esta cursa con linfangiectasia, estos pacientes responden a **dietas ultrabajas en grasa**, pero presentan condiciones corporales muy bajas (Kathrani, 2021; Tolbert *et al.*, 2022). En ellos podría ser beneficioso el aporte de grasa en forma de **ácidos grasos de cadena media** (6-12 carbonos), ya que son digeridos con mayor facilidad y se absorben como ácidos grasos libres, a diferencia de los ácidos grasos de cadena larga, que son transportados gracias a los quilomicrones en los vasos linfáticos produciendo dilatación e inflamación de los mismos y la fuga de proteínas adicionales (Greenberger y Skillman, 1969; Newton *et al.*, 2000; Tolbert *et al.*, 2022). Por ello, aceites ricos en ácidos grasos de cadena media pueden mejorar la digestión de grasa y la ganancia de energía mientras que se reduce el transporte linfático en estos perros. Sin embargo, estos ácidos no pueden ser utilizados como la única fuente de grasa a largo plazo, ya que no aportan ácidos grasos esenciales (linoleico y α -linolénico) (Tolbert *et al.*, 2022). En cualquier caso, los beneficios de los ácidos grasos de cadena media en perros con enteropatía crónica no se han evaluado a fondo y son necesarios futuros estudios.

Otra de las posibles intervenciones terapéuticas a nivel dietético es el **enriquecimiento de las dietas con ácidos n-3**, atribuyéndoseles propiedades antiinflamatorias e inmunomoduladoras (Ontsouka *et al.*, 2010; Tolbert *et al.*, 2022). A día de hoy, numerosas dietas utilizadas para el tratamiento de las enteropatías crónicas utilizan esta estrategia, ya que estudios realizados en modelos animales con

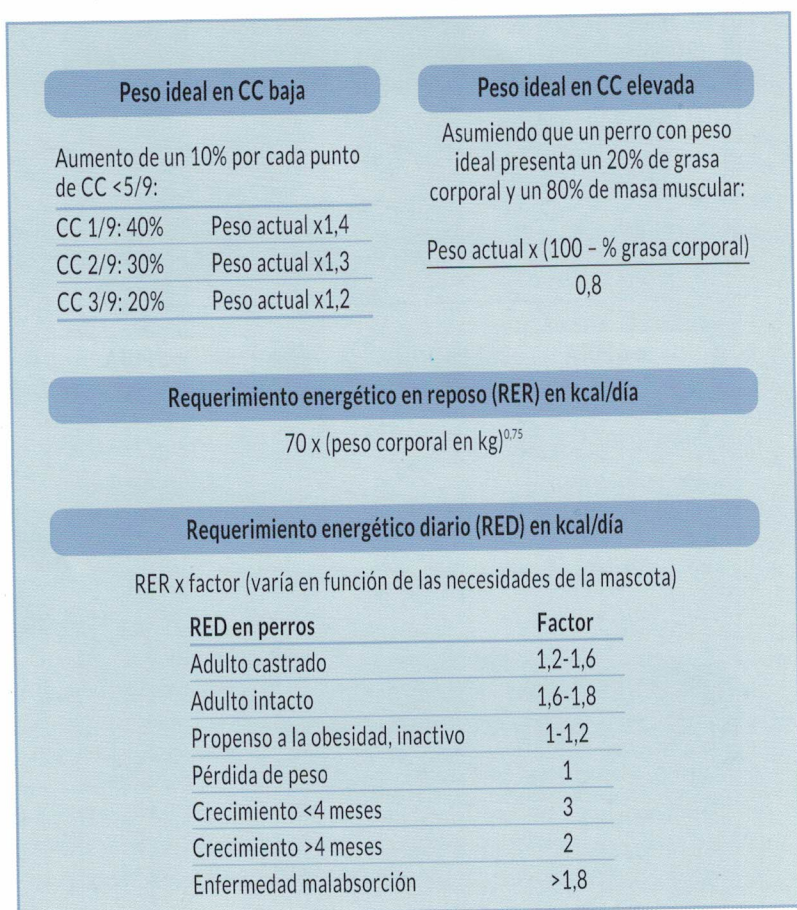


Figura 2: Estimación del peso ideal, requerimiento energético en reposo (RER) y requerimiento energético diario (RED). Los factores para el cálculo del RED son puntos iniciales recomendados, y requieren de un ajuste en función de la ingesta calórica, peso, condición corporal (CC), condición muscular (CM), siendo necesario el ajuste en función de la evolución de cada paciente. Adaptada de Tolbert *et al.*, (2022).

enteritis y colitis, así como en pacientes humanos con enfermedad inflamatoria intestinal o IBD (*inflammatory bowel disease*) han demostrado los efectos beneficiosos que los n-3 ejercen sobre la reparación de la mucosa intestinal, así como sobre la regulación de la respuesta inflamatoria mediante el control de las células inmunitarias y las cascadas de activación (Ma *et al.*, 2019). En cualquier caso, es necesario evaluar el caso clínico de manera particular, ya que el abordaje dietético dependerá de los signos clínicos, enfermedades concomitantes y la dieta actual del animal (Tolbert *et al.*, 2022), siendo necesaria la intervención veterinaria para ir evaluando la progresión del caso y realizar los cambios pertinentes.

Ácidos grasos en el diagnóstico de las enteropatías crónicas

Una de las preocupaciones existentes a nivel clínico es encontrar algún parámetro o biomarcador que sirva para diferenciar entre las distintas enteropatías crónicas, acortando así el periodo diagnóstico. En la actualidad la diferenciación entre los diferentes tipos de enteropatías crónicas (enteropatía que responde a dieta o ERD, enteropatía que responde a antibióticos, enteropatía que responde a inmunosupresores, enteropatía que no responde y enteropatía perdedora de proteínas) se basa fundamentalmente en la respuesta al tratamiento (Heilmann y Steiner, 2018; Dandrieux y Mansfield, 2019). Por tanto, aquellos animales que sufren signos clínicos digestivos de más de 3 semanas de duración y responden a una dieta de eliminación basada en una fuente de proteína novel o a una dieta de proteína hidrolizada se diagnostican como ERD (Allenspach *et al.*, 2016).

En estudios llevados a cabo en medicina humana sobre la enfermedad inflamatoria intestinal (Crisi *et al.*, 2021) el perfil lipídico y su posible manipulación ha cobrado un gran interés debido al potencial papel que los ácidos grasos presentan sobre la inflamación intestinal. La evidencia científica sugiere que **la inflamación altera la utilidad lipídica en el intestino** (Crisi *et al.*, 2021). En el campo de la veterinaria ya existen algunos estudios basados en la determinación del perfil de ácidos grasos en plasma, sangre, heces o a nivel de las membranas celulares en perros con enteropatía crónica (Kalenyak *et al.*, 2019; Crisi *et al.*, 2021; Higuera *et al.*, 2021). En estos se han encontrado alteraciones en los niveles de numerosos ácidos grasos como los n-6, n-3, ácidos saturados y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), demostrando una alteración del metabolismo lipídico.

En un estudio reciente en el que se ha comparado el perfil de ácidos grasos entre perros sanos y perros con ERD se han encontrado diferencias significativas tanto a nivel plasmático como fecal (Higuera *et al.*, 2021). Los perros enfermos presentaron a nivel plasmático niveles inferiores de importantes ácidos grasos n-3, como el C20:5n-3 y C22:5n-3 y, por el contrario, niveles superiores del C20:3n-6, precursor de

n-6. Además, los enfermos presentaron niveles significativamente inferiores de PUFA y n-6, y una tendencia a presentar menos n-3 (figura 3). Otros autores han observado disminuciones en los PUFA en enfermedades intestinales crónicas (Esteve-Comas *et al.*, 1992; Kuroki *et al.*, 1997; Geerling, 1999). Esta disminución podría deberse a un proceso de malabsorción intestinal como consecuencia de una mucosa intestinal dañada, o a un aumento del uso de estos ácidos para la obtención de energía (Rey *et al.*, 2020), síntesis de otros ácidos grasos de membranas dañadas en procesos inflamatorios, o bien generación de sustancias reguladoras del proceso inflamatorio (James *et al.*, 2000).

Resulta muy interesante destacar que en el estudio de Higuera *et al.* (2021) también se observaron **diferencias en el perfil de ácidos grasos de las heces** entre perros sanos y perros con ERD (figuras 4 y 5). Uno de los ácidos grasos que se vio afectado en mayor magnitud en las heces fue el ácido graso de cadena impar C15:0 (ácido pentadecílico), que presentó valores muy inferiores en las muestras fecales de perros con ERD. Una de las principales vías de síntesis endógena de este ácido es a través del ácido propiónico (C3), un tipo de AGCC que se obtiene de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono en el intestino (Pfeuffer y Jaudszus, 2016). Este ácido, junto con otros tipos de AGCC como el ácido acético, isobutírico e isovalérico, se encontraron además disminuidos en las muestras fecales de los perros enfermos (figura 5), sugiriendo por lo tanto una posible alteración del microbioma en estos animales.

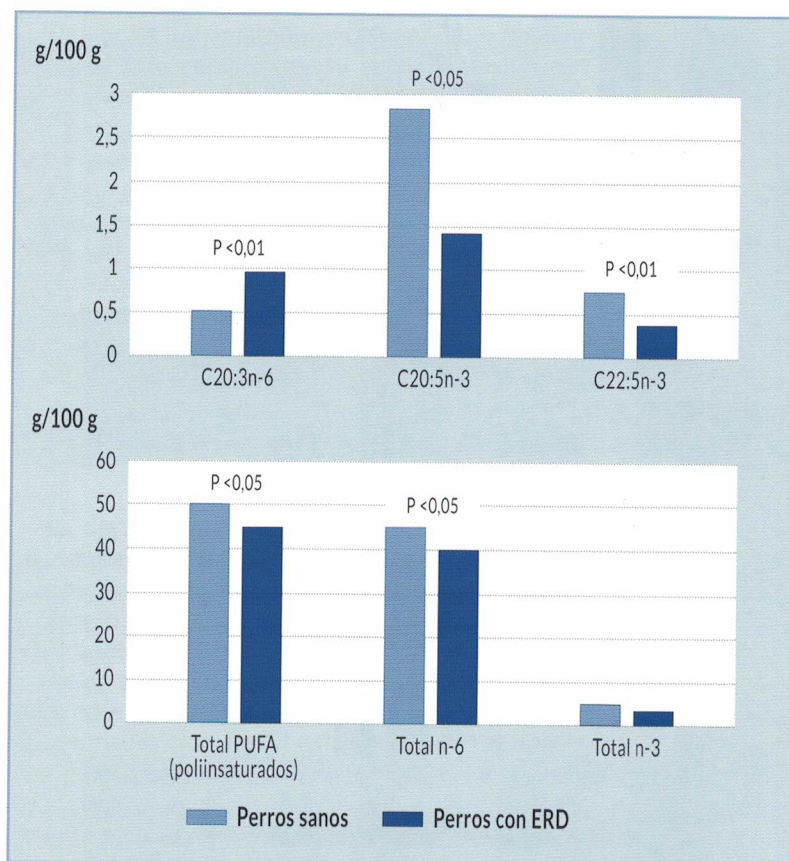


Figura 3: Diferencias en niveles plasmáticos de ácidos grasos n-6 y n-3 en perros sanos y en perros con enteropatía que responde a dieta (ERD). Adaptado de Higuera *et al.*, 2021.

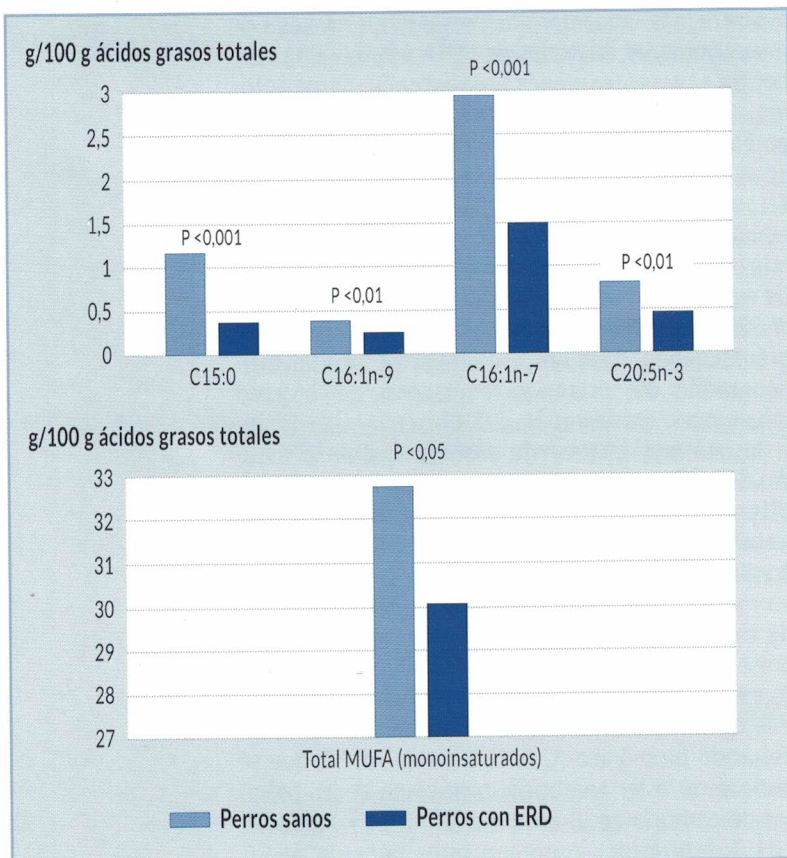


Figura 4: Niveles de ácidos grasos en heces de perros sanos y en perros con enteropatía que responde a dieta (ERD). Adaptado de Higuera et al., 2021.

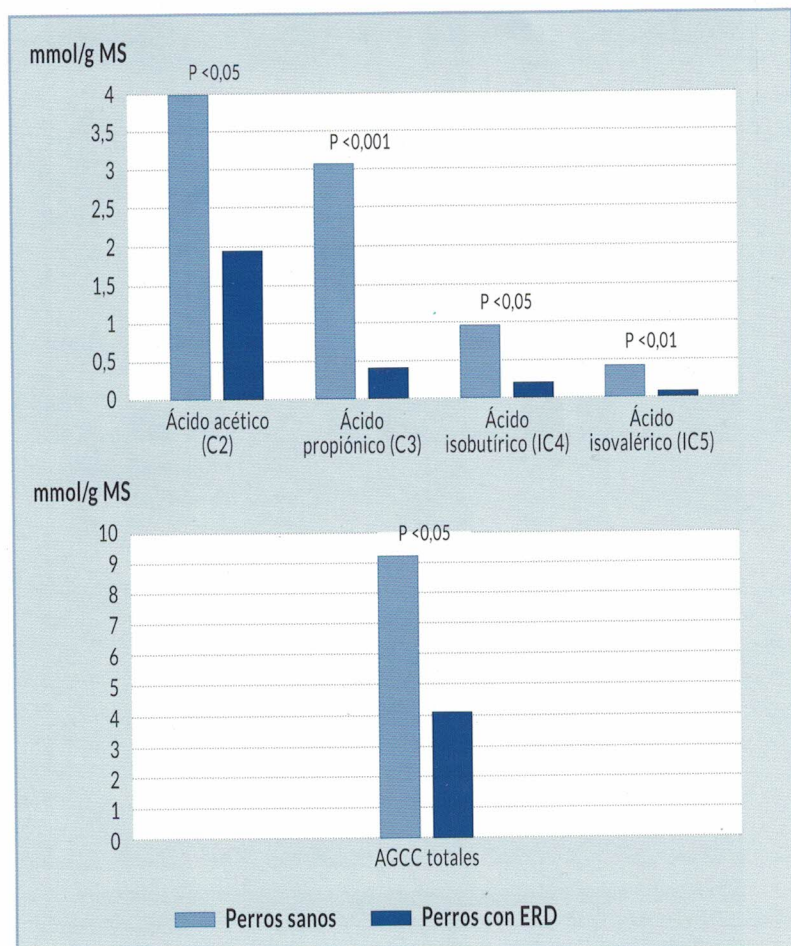


Figura 5: Diferencias en niveles de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) fecales en perros sanos y en perros con enteropatía que responde a dieta (ERD). Adaptado de Higuera et al., 2021.

Por tanto, **los AGCC podrían tener un papel prometedor en el diagnóstico de las enteropatías crónicas**, ya que varios estudios, tanto en medicina humana como en veterinaria, han demostrado disminuciones de los niveles de estos ácidos en heces de pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal (Minamoto et al., 2019; Zhang et al., 2022). Su importancia reside en que juegan un papel indispensable en el mantenimiento de la salud intestinal, presentando un papel antiinflamatorio tanto sobre el epitelio como sobre las células inmunitarias (Gonçalves et al., 2018). Se obtienen principalmente de la fermentación de los hidratos de carbono no digeribles por parte de la microbiota intestinal del animal (Morrison y Preston, 2016), favoreciendo una respuesta inmunitaria intestinal tolerante frente a antígenos dietéticos y microbianos inoocuos para el hospedador (Gonçalves et al., 2018). Incluyen el ácido acético, propiónico y butírico (Tvřzicka et al., 2011), siendo el ácido butírico la principal fuente de energía para los colonocitos (Tvřzicka et al., 2011).

Esta disminución podría deberse al proceso de disbiosis que aparece en la patogénesis de estas enfermedades (Silva et al., 2019), en las cuales se produce una alteración de la composición de la microbiota intestinal encargada de producir estos metabolitos microbianos beneficiosos para la salud del hospedador. A pesar de que no está claro si la determinación de estos ácidos en muestras fecales es una adecuada aproximación a la producción que tiene lugar en la mucosa intestinal (Morrison y Preston, 2016), es importante continuar estudiando su papel y su futura capacidad diagnóstica como biomarcadores no invasivos.

Otra de las posibilidades diagnósticas en relación a los ácidos grasos se centra en el estudio del perfil lipídico a nivel de la membrana celular o lo que Crisi et al. (2021) han definido como **estudio del lipídoma de membrana**. Los ácidos grasos incorporados como fosfolípidos en las membranas celulares son componentes clave en las cascadas de transducción de señales, incluidas aquellas relacionadas con la activación y resolución de la inflamación (Crisi et al., 2021). Además, la composición de ácidos grasos de una membrana celular influye en la naturaleza física de la misma, lo que se denomina como "fluidez u orden". Esta fluidez determina la función de las proteínas de membrana y el movimiento de compuestos a través de la misma (Calder, 2015), facilitando o no la endocitosis. Por ejemplo, en el caso de los PUFA, estos son importantes para mantener la curvatura espontánea y facilitar el paso de compuestos (de Carvalho y Caramujo, 2018). Se sabe que el DHA en los fosfolípidos de membrana promueve una rápida endocitosis, y que el AA en la membrana de los enterocitos facilita el transporte de triglicéridos hacia la luz del retículo endoplasmático (de Carvalho y Caramujo, 2018). La flexibilidad de membrana de los eritrocitos está aumentada en animales que consumen una dieta rica en aceites de pescado (ricos en n-3), con importantes consecuencias en la microcirculación (de Carvalho y Caramujo, 2018).

Crisi *et al.* (2021) evaluaron el lipidoma de membrana entre perros sanos y perros con enteropatía crónica encontrando numerosas diferencias. Los perros enfermos presentaron a nivel de membrana niveles inferiores de ácidos saturados y n-6 y, por el contrario, niveles superiores de EPA, DHA y n-3 totales. Además, observaron alteraciones en la actividad enzimática de los n-6 y n-3 y una ratio entre n-6 y n-3 inferior en los enfermos. Sin embargo, no observaron diferencias significativas entre los distintos tipos de enteropatía crónica. Concluyeron, por lo tanto, que la determinación del lipidoma de membrana podría ser un buen parámetro para reflejar la salud intestinal, siendo una posible futura herramienta diagnóstica. Además, esta determinación conecta un enfoque metabólico y nutricional, y abre paso a una posible terapia lipídica para el manejo de esta enfermedad (Crisi *et al.*, 2021). En otro estudio llevado a cabo por Ambrosini *et al.* (2020), se demostró que los perros con enteropatía que responde a inmunosupresores o IBD tratados con una dieta de proteína hidrolizada presentaron un aumento en la concentración de fosfatidilcolinas y esfingomielinas, componentes estructurales esenciales de las membranas intestinales, otorgando integridad y protección a la mucosa intestinal. Los autores sugerían que dicho aumento podía indicar una reparación de la mucosa. Teniendo en cuenta que la perturbación de las uniones estrechas proteicas seguido de un aumento de la permeabilidad intestinal debido al proceso inflamatorio o a la disbiosis podría ser un desencadenante para el desarrollo de IBD, mantener o controlar el metabolismo lipídico podría servir como un mecanismo de protección para tal alteración (Ambrosini *et al.*, 2020), pudiendo ser un futuro campo para el tratamiento de las enteropatías crónicas.

En resumen, el perfil nutricional, y en concreto el perfil lipídico, podría ser un indicador de patología intestinal y una herramienta no invasiva para **diferenciar entre las distintas enteropatías y conocer si el animal responderá a un tratamiento dietético**. Además, las alteraciones encontradas podrían servir para realizar una **suplementación más personalizada** en función de los déficits presentados.

Suplementación con AGCC: perspectiva de futuro en veterinaria

A pesar de que los AGCC pueden ser sintetizados en el organismo a partir de la fracción de la fibra o carbohidratos de la dieta por acción microbiana (Schmitz, 2021), como se ha comentado previamente, sus niveles se pueden encontrar disminuidos en patologías intestinales crónicas. De este modo, algunos estudios recientes están evaluando la suplementación de AGCC por vía oral en forma de cápsulas o comprimidos. La suplementación con butirato sódico en pacientes humanos con IBD ha presentado un efecto clínico positivo en estos, mediante un aumento en los grupos bac-

terianos productores de AGCC y una mejora en la respuesta inflamatoria (Zhang *et al.*, 2022). Esta suplementación parece estimular la producción endógena de ácido butírico al favorecer el crecimiento de los grupos bacterianos butirógenicos (Facchin *et al.*, 2020). Sin embargo, otros autores han observado que, siempre y cuando la inflamación intestinal persista, la capacidad de absorción del ácido butírico se ve restringida por una falta de expresión de los transportadores y enzimas intestinales encargados de ello, convirtiéndose en inútil esta suplementación (Ferrer-Picón *et al.*, 2020). En cualquier caso, la evidencia científica actual es escasa, siendo necesario realizar más investigaciones.

En los estudios en los que se ha evaluado la suplementación con ácido butírico en otras especies como pollos, cerdos o ratones, los resultados han demostrado una mejora en el mantenimiento de la integridad de la barrera intestinal (Xiong *et al.*, 2022) y un mantenimiento en el equilibrio de la microbiota, entre otros (Wu *et al.*, 2018; Xiong *et al.*, 2022). En el caso de los perros, hasta la fecha apenas existen estudios basados en la suplementación con ácido butírico. Hesta *et al.* (2008) compararon dos grupos de perros sanos a los cuales se administró una dieta control, y la misma dieta control suplementada con ácido butírico recubierto a otro grupo de perros. Los resultados presentados demostraron que la adición de este AGCC no afectó a las características de las heces (consistencia fecal, materia seca, digestibilidad o producción de AGCC). Sin embargo, teniendo en cuenta los resultados beneficiosos comentados anteriormente en humanos con enfermedad inflamatoria intestinal que habían recibido este compuesto, su suplementación en perros enfermos con enteropatía crónica podría ser prometedor, sobre todo teniendo en cuenta los niveles más bajos detectados de estos ácidos grasos a nivel fecal. Con ello, se podría mejorar la barrera intestinal dañada por el proceso inflamatorio, así como favorecer un restablecimiento de un microbioma saludable mediante la estimulación del crecimiento de los microorganismos productores de los AGCC.

Conclusión

La dieta juega un papel determinante en el tratamiento y diagnóstico de las enteropatías crónicas caninas. En el caso de la **grasa**, es una fuente de energía indispensable, así como fuente de ácidos grasos esenciales. Estos, junto con otros tipos de ácidos como los **AGCC**, se han encontrado alterados en patologías digestivas como IBD o las enteropatías crónicas. El **estudio del perfil lipídico** parece presentar un futuro prometedor en el diagnóstico de estas enfermedades y servir posiblemente para llevar a cabo una suplementación más personalizada en función de los déficits encontrados.

Bibliografía

- Allenspach K, Culverwell C, Chan D. Long-term outcome in dogs with chronic enteropathies: 203 cases. *Vet Rec.* 2016; 178(15):368.
- Allenspach K, Mochel JP. Current diagnostics for chronic enteropathies in dogs. *Vet Clin Pathol.* 2022; 50 Suppl 1:18-28.
- Ambrosini YM, Neuber S, Borchering D, et al. Treatment with hydrolyzed diet supplemented with prebiotics and glycosaminoglycans alters lipid metabolism in canine inflammatory bowel disease. *Front Vet Sci.* 2020; 7:451.
- Burgy O, Lloriod S, Beltramo G, Bonniaud P. Extracellular lipids in the lung and their role in pulmonary fibrosis. *Cells.* 2022;11(7):1209.
- Calder PC. Functional roles of fatty acids and their effects on human health. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2015; 39(1 Suppl):18S-32S.
- Crisi PE, Luciani A, Di Tommaso M, et al. The fatty acid-based erythrocyte membrane lipidome in dogs with chronic enteropathy. *Animals.* 2021; 11(9):2604.
- Dandrieux JRS, Mansfield CS. Chronic Enteropathy In Canines: Prevalence, Impact And Management Strategies. *Vet Med (Auckl).* 2019; 10:203-214.
- de Carvalho CCCR, Caramujo MJ. The Various Roles of Fatty Acids. *Molecules.* 2018; 23(10):2583.
- Esteve-Comas M, Ramírez M, Fernández-Bañares F, et al. Plasma polyunsaturated fatty acid pattern in active inflammatory bowel disease. *Gut.* 1992; 33(10):1365-9.
- Facchin S, Vitulo N, Calgaro M, et al. Microbiota changes induced by microencapsulated sodium butyrate in patients with inflammatory bowel disease. *Neurogastroenterol Motil.* 2020; 32(10):e13914.
- Ferrer-Picón E, Dotti I, Corraliza AM, et al. Intestinal Inflammation Modulates the Epithelial Response to Butyrate in Patients With Inflammatory Bowel Disease. *Inflamm Bowel Dis.* 2020; 26(1):43-55.
- Geerling BJ, v Houwelingen AC, Badart-Smook A, et al. The relation between antioxidant status and alterations in fatty acid profile in patients with Crohn disease and controls. *Scand J Gastroenterol.* 1999 Nov; 34(11):1108-16.
- Gonçalves P, Araújo JR, Di Santo JP. A Cross-talk between microbiota-derived short-chain fatty acids and the host mucosal immune system regulates intestinal homeostasis and inflammatory bowel disease. *Inflamm Bowel Dis.* 2018; 24(3):558-572.
- Greenberger NJ, Skillman TG. Medium-chain triglycerides. *N Engl J Med.* 1969; 280(19):1045-58.
- Hesta M, Arnouts S, Janssens GPJ. Dietary supplementation of coated butyrate in healthy dogs. *Veterinari Medicina,* 2008; 53(3):147-152.
- Higuera C, Rey AI, Escudero R, et al. Short-chain and total fatty acid profile of faeces or plasma as predictors of food-responsive enteropathy in dogs: a preliminary study. *Animals.* 2021 Dec 31; 12(1):89.
- James MJ, Gibson RA, Cleland LG. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71(1 Suppl):343S-8S.
- Kalenyak K, Heilmann RM, van de Lest CHA, et al. Comparison of the systemic phospholipid profile in dogs diagnosed with idiopathic inflammatory bowel disease or food-responsive diarrhea before and after treatment. *PLoS One.* 2019; 14(4):e0215435.
- Kathrani A. Dietary and nutritional approaches to the management of chronic enteropathy in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2021; 51(1):123-136.
- Kremmyda LS, Tvrzicka E, Stankova B, Zak A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease: a review. part 2: fatty acid physiological roles and applications in human health and disease. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2011; 155(3):195-218.
- Kuroki F, Iida M, Matsumoto T, et al. Serum n3 polyunsaturated fatty acids are depleted in Crohn's disease. *Dig Dis Sci.* 1997; 42(6):1137-41.
- Ma C, Vasu R, Zhang H. The role of long-chain fatty acids in inflammatory bowel disease. *Mediators Inflamm.* 2019; 2019:8495913.
- Minamoto Y, Minamoto T, Isaiah A, et al. Fecal short-chain fatty acid concentrations and dysbiosis in dogs with chronic enteropathy. *J Vet Intern Med.* 2019; 33(4):1608-1618.
- Morrison DJ, Preston T. Formation of short chain fatty acids by the gut microbiota and their impact on human metabolism. *Gut Microbes.* 2016; 7(3):189-200.
- Newton J, McLoughlin M, Birchard S. Transport pathways of enterally administered medium-chain triglycerides in dogs. Recent advances in canine and feline nutrition. 2000; 143-152.
- Ontsouka CE, Burgener IA, Mani O, Albrecht C. Polyunsaturated fatty acid-enriched diets used for the treatment of canine chronic enteropathies decrease the abundance of selected genes of cholesterol homeostasis. *Domest Anim Endocrinol.* 2010; 38(1):32-7.
- Pfeuffer M, Jaudszus A. Pentadecanoic and heptadecanoic acids: multifaceted odd-chain fatty acids. *Adv Nutr.* 2016; 7(4):730-4.
- Rey AI, Menoyo D, Segura J, et al. Combination of dietary glycaemic index and fasting time prior to slaughter as strategy to modify quality of pork. *Meat Sci.* 2020; 161:108013.
- Schmitz SS. Value of probiotics in canine and feline gastroenterology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2021; 51(1):171-217.
- Schunck WH, Konkel A, Fischer R, Weylandt KH. Therapeutic potential of omega-3 fatty acid-derived epoxyeicosanoids in cardiovascular and inflammatory diseases. *Pharmacol Ther.* 2018; 183:177-204.
- Shahidi F, Ambigaipalan P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2018; 9:345-381.
- Silva JPB, Navegantes-Lima KC, Oliveira ALB, et al. Protective mechanisms of butyrate on inflammatory bowel disease. *Curr Pharm Des.* 2018; 24(35):4154-4166.
- Tolbert MK, Murphy M, Gaylord L, Witzel-Rollins A. Dietary management of chronic enteropathy in dogs. *J Small Anim Pract.* 2022; 63(6):425-434.
- Tvrzicka E, Kremmyda LS, Stankova B, Zak A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease - a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2011; 155(2):117-30.
- Wu W, Xiao Z, An W, et al. Dietary sodium butyrate improves intestinal development and function by modulating the microbial community in broilers. *PLoS One.* 2018; 13(5):e0197762.
- Xiong Y, Ji L, Zhao Y, et al. Sodium butyrate attenuates taurocholate-induced acute pancreatitis by maintaining colonic barrier and regulating gut microorganisms in mice. *Front Physiol.* 2022; 13:813735.
- Xu E, Chen C, Fu J, et al. Dietary fatty acids in gut health: Absorption, metabolism and function. *Anim Nutr.* 2021; 7(4):1337-1344.
- Zhang Z, Zhang H, Chen T, et al. Regulatory role of short-chain fatty acids in inflammatory bowel disease. *Cell Commun Signal.* 2022; 20(1):64.