

Jeffery Escobar, Ph.D., Salud Nutricional, Elanco Animal Health, Inc.

La salud intestinal consiste de tres pilares funcionales: epitelio, sistema inmune, y microbiota. La función epitelial involucra la producción y secreción de moco y enzimas digestivas, motilidad, absorción de nutrientes y mantenimiento de una barrera física selectiva. El sistema inmune intestinal es el de mayor tamaño en el cuerpo y está en un balance constante entre pro-inflamación y anti-inflamación. Cualquier alteración del sistema inmune intestinal, que tiene la mayor prioridad metabólica y fisiológica, resulta en un desvío de energía y nutrientes para su funcionamiento, lo cual reduce la cantidad de energía y nutrientes disponibles para funciones productivas como crecimiento y postura de huevos. Además, el sistema inmune intestinal está constantemente tratando de aprender y discernir entre microorganismos comensales y patógenos, y cómo reaccionar ante su enorme complejidad. Apenas estamos empezando a descubrir y entender las relaciones simbióticas entre la microbiota intestinal en monogástricos con funciones de los sistemas digestivo, inmune, nervioso central, y otros. La nutrición de monogástricos actual está investigando más a fondo un principio simple: aquello que no se digiere es fermentado por la microbiota. Nuestro conocimiento colectivo aumenta cada día sobre el efecto de los productos de la fermentación intestinal sobre la integridad intestinal, histología, metabolismo, absorción de nutrientes, composición corporal, endocrinología, funcionamiento cognoscitivo, apetito, saciedad, y muchas otras áreas de importancia para una producción animal eficiente y sostenible.

La mejor forma de entender la interrelación entre los pilares de la salud intestinal es con unos ejemplos. Muchas oleaginosas y leguminosas, como el frijol de soya, contienen proteínas sensibles al calor llamadas inhibidores de tripsina. Estos inhibidores encajan en el sitio activo de la tripsina, una proteasa pancreática necesaria para activar otras proteasas y digerir proteína, y reducen altamente su función enzimática. Altos niveles de inhibidores de tripsina en la dieta incrementan la función pancreática y su tamaño, reducen la digestión de proteínas y absorción de péptidos y aminoácidos, reduciendo el crecimiento y empeorando la conversión alimenticia (Hoffmann et al., 2019). Por tanto, más proteína sin digerir llega al intestino posterior donde se fermenta produciendo amoníaco, el cual aumenta el pH del intestino creando así un ambiente propicio para la proliferación de ciertos patógenos como *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* con una reducción de comensales benéficos como bacterias del género *Lactobacillus* (Wang et al., 2011). La fermentación proteica también produce muchos compuestos nitrogenados y algunos de ellos como indol y *p*-cresol afectan negativamente la salud intestinal, renal, y cardiovascular (Meijers y Evenepoel, 2011), así como y el desempeño de los animales con baja digestión de proteína (Yokoyama et al., 1982).

En general, entre mayor sea la cantidad de fibra en un ingrediente o dieta (ej., fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulosa, β -glucano, lignina, arabinosilano, etc.) menor será la cantidad de energía metabolizable. Una de las razones para esta relación es la reducción en la digestibilidad de proteína, almidones, y lípidos que son los tres principales componentes en la dieta que proveen energía (Annison, 1993). Esta reducción en digestibilidad se puede dar por dos principales razones: 1) interferencia física, las enzimas digestivas no son capaces de hacer contacto con sus sustratos, y 2) viscosidad, entre mayor sea la viscosidad menor será la difusión, que es la habilidad con la que un soluto en particular (ej., un nutriente o enzima) se mueve en un solvente determinado (ej., quimo). Los β -galacto-mananos son fibras de polisacáridos indigestibles que pertenecen a la fracción de hemicelulosa y se encuentran en la mayoría de los ingredientes vegetales. La concentración de galactosa presente en los β -galacto-mannanos determina su solubilidad y por ende el incremento en viscosidad del quimo reduciendo así la digestibilidad. La hidrólisis de β -galacto-mannanos con enzimas exógenas como Hemicell[®] (endo-1,4- β -mananasa, Elanco Animal Health, Inc., Greenfield, IN, USA) resulta en una mayor digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta, lisina, y mayor contenido de energía metabolizable (Daskiran et al., 2004; Mussini et al., 2011; Lv et al., 2013) que se traducen en mejor crecimiento y conversión alimenticia en aves y cerdos (Petty et al., 2002; Daskiran et al., 2004). Más recientemente, se ha cuantificado la activación intestinal inmune que causan los β -galacto-mananos

mediendo la producción de proteínas de fase aguda (Klasing y Calvert, 1999); este proceso inflamatorio se reduce significativamente cuando Hemicell[®] se añade en la dieta (Arsenault et al., 2017). Existen estimaciones metabólicas (Klasing, 2007) y a nivel de granja demostrando que, al reducir la inflamación se ahorra entre 2 a 4% en energía neta de mantenimiento, lo cual tiene una repercusión enorme para la producción avícola y porcina donde el costo de la energía representa más de un 60% del costo total de producción. El uso de Hemicell[®] para controlar la presencia y variación de β -galacto-mananos en materias primas, como cunado varía el nivel de proteína en la harina de soya, reduce la variación en producción, y mejora la uniformidad y bienestar animal (Grieve et al., 2016).

Las dos principales claves para una utilización exitosa de enzimas exógenas son: 1) aparejar enzima con sustrato; esto implica un conocimiento adecuado de los tipos y niveles de sustratos en los ingredientes para escoger las enzimas correctas en dosis apropiadas, y 2) conocimiento detallado de la reacción enzimática para una utilización óptima de sus productos; este es el principal reto de todo nutricionista animal. Las enzimas exógenas producen dos tipos de efectos: directo e indirecto. Por ejemplo, una fitasa actúa sobre una molécula de fitato para producir directamente una molécula de fosfato (efecto directo). Hemicell[®] reduce la viscosidad del quimo y por tanto aumenta la difusión de enzimas y sustratos en el quimo, aumentando así la digestibilidad de energía y nutrientes provenientes principalmente de almidones, proteínas, y lípidos (efecto indirecto). Los efectos directos e indirectos pueden combinarse como en el caso de Hemicell[®] para obtener una mayor disponibilidad de energía y nutrientes para funciones productivas: una mayor digestión de nutrientes (efecto indirecto) con una menor activación del sistema inmune intestinal (efecto directo). La dieta tiene una influencia directa sobre las proporciones y tipos de microorganismos que habitan el tracto digestivo (Burrough et al., 2015). Usar enzimas exógenas para evitar la respuesta inflamatoria inducida por los β -galacto mananos y alterar la cantidad y composición de compuestos fermentables mejora el ambiente intestinal y promueve la presencia de bacterias benéficas (Mani et al., 2012) en favor de una producción animal más eficiente.

En conclusión, la salud intestinal empieza con la selección de materias primas de buena calidad para la manufactura de alimentos. La formulación en base a nutrientes digestibles y acorde a las necesidades de los animales es fundamental, poniendo cada vez más atención a la cantidad de nutrientes indigestibles y potencialmente fermentables. Es de altísima importancia estar actualizando constantemente la matriz nutricional de los ingredientes en la computadora con la composición real de las materias primas. Finalmente, la utilización de enzimas exógenas es recomendable para aumentar el valor nutricional del alimento y mejorar la salud intestinal de los animales. Las enzimas deben usarse teniendo en cuenta la presencia de sustratos y con un claro entendimiento de la liberación de productos de tal manera que puedan ser incorporados en la formulación del alimento para un máximo beneficio biológico y económico.

Referencias

- Annisson, G. 1993. *Aust. J. Agric. Res.* 44:405. <http://www.publish.csiro.au/cp/AR9930405>
- Arsenault, R. et al. 2017. *Poult. Sci.* 96:4307-4316. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex246>
- Burrough, E. et al. 2015. *PLoS ONE* 10:e0141337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141337>
- Daskiran, M. et al. 2004. *Poult. Sci.* 83:662-668. <https://doi.org/10.1093/ps/83.4.662>
- Grieve, A. et al. 2016. 27th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, Australia. pp 52.
- Hoffmann, D. et al. 2019. *Poult. Sci.* 0:1-14. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev592>
- Klasing, K y C. Calvert. 1999. Proceedings of the VIIIth International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, Wageningen Press, pp. 253-264.
- Klasing, K. 2007. *Br. Poult. Sci.* 48:525-537. <https://doi.org/10.1080/00071660701671336>
- Lv, J. et al. 2013. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 26:579-587. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12612>
- Mani, V et al. 2012. *J. Anim. Sci.* 90:1452-1465. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4627>
- Meijers, B. y P. Evenepoel. 2011. *Nephrol. Dial. Transplant.* 26:759-61. <https://doi.org/10.1093/ndt%2Fgfq818>
- Mussini, F. et al. 2011. *Int. J. Poul. Sci.* 10:774-777. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2011.774.777>
- Petty, L. et al. 2004. *J. Anim. Sci.* 80:1012-1019. <https://doi.org/10.2527/2002.8041012x>
- Wang, D. et al. 2011. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 24:1718-1728. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11132>
- Yokoyama, M. et al. 1982. *Am. J. Clin. Nutr.* 35:1417-1424. <https://doi.org/10.1093/ajcn/35.6.1417>