



Cátedra Nanta
de Ganadería de Precisión
Universidad Zaragoza



SALUD INTESTINAL: MECANISMOS DE ACCIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Beta-Glucanos. Ácidos grasos de cadena corta y media. Diferencias entre fructoligosacáridos y mananoligosacáridos

Descripción breve

El objetivo de este documento es la información básica de determinados aditivos utilizados en alimentación animal para preservar la salud intestinal, y para el control de procesos digestivos

Contenido

<i>Salud Intestinal. Modo de acción de algunos agentes</i>	2
Introducción	2
1. Beta-glucanos	2
1.1 Interacción con receptores de reconocimiento de patrones (PRRs)	2
1.2 Activación de células inmunes	2
1.3 Inducción de citoquinas y factores de crecimiento	3
1.4 Integridad de la barrera epitelial.....	3
1.5 Actividad antioxidante y antiinflamatoria.....	3
2. Ácidos grasos de cadena corta y media	3
2.1 Ácidos grasos de cadena corta (AGCC).....	3
2.2 Ácidos grasos de cadena media (AGCM).....	4
2.3 Aplicaciones prácticas	5
3. Diferencias entre fructooligosacáridos (FOS) y mananoligosacáridos (MOS).....	5
3.1 Fructooligosacáridos (FOS).....	5
3.2 Mananoligosacáridos (MOS)	6
3.3 Diferencias clave entre FOS y MOS	6
Referencias Bibliográficas	7

Salud Intestinal. Modo de acción de algunos agentes

Introducción

La salud intestinal constituye un eje central en la fisiología animal, al influir directamente sobre la eficiencia digestiva, la respuesta inmunitaria y el rendimiento productivo. En este contexto, el uso de aditivos funcionales en la alimentación animal ha adquirido una relevancia creciente como estrategia no antibiótica para preservar la homeostasis intestinal, especialmente en sistemas de producción intensiva. Este documento revisa el modo de acción de tres grupos de aditivos ampliamente utilizados por sus efectos beneficiosos sobre la microbiota intestinal, la integridad de la mucosa y la inmunidad: beta-glucanos, ácidos grasos de cadena corta y media, y oligosacáridos funcionales.

1. Beta-glucanos

Los beta-glucanos son polisacáridos no digeribles constituidos por unidades de glucosa unidas por enlaces β -(1,3), β -(1,4) o β -(1,6), según su origen. Su función principal en alimentación animal está asociada a su actividad inmunomoduladora, con efectos directos sobre las células del sistema inmune innato e implicaciones positivas en la barrera intestinal.

1.1 Interacción con receptores de reconocimiento de patrones (PRRs)

Los beta-glucanos son reconocidos por receptores tipo Toll (TLRs) y, más específicamente, por dectina-1, un receptor tipo lectina presente en macrófagos, células dendríticas y neutrófilos. Esta interacción desencadena cascadas de señalización intracelular que activan respuestas inmunes innatas, incluyendo la fagocitosis, la producción de citoquinas y la maduración de células presentadoras de antígeno.

1.2 Activación de células inmunes

- **Macrófagos y neutrófilos:** El reconocimiento de beta-glucanos aumenta la actividad fagocítica y la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), esenciales para eliminar patógenos intracelulares.
- **Células dendríticas:** Estimulan su maduración y capacidad de presentación antigénica, promoviendo la activación de linfocitos T y B y facilitando la transición de la inmunidad innata a la adaptativa.

1.3 Inducción de citoquinas y factores de crecimiento

Los beta-glucanos modulan la secreción de citoquinas proinflamatorias como TNF- α , IL-1 β , IL-6, y factores como GM-CSF, los cuales regulan la diferenciación y proliferación de células inmunes y median procesos inflamatorios controlados necesarios para mantener la vigilancia inmunológica intestinal.

1.4 Integridad de la barrera epitelial intestinal

Estos compuestos promueven la integridad mucosa mediante:

- Estimulación de la expresión de proteínas de uniones estrechas (tight junctions), que reducen la permeabilidad paracelular.
- Incremento de la producción de mucina por células caliciformes, fortaleciendo la capa protectora de moco y limitando la translocación bacteriana.

1.5 Actividad antioxidante y antiinflamatoria

Además de su acción inmunológica, los beta-glucanos neutralizan radicales libres, protegiendo a los enterocitos del daño oxidativo. A través de la modulación del eje inmunidad-oxidación, también limitan respuestas inflamatorias exacerbadas, mejorando el equilibrio inmunológico del intestino.

2. Ácidos grasos de cadena corta y media

Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y de cadena media (AGCM) son compuestos lipídicos con funciones relevantes en la nutrición animal, más allá de su papel energético. Su implicación en la regulación del pH intestinal, el control de microorganismos patógenos, la modulación inmune y la promoción de la salud intestinal ha motivado su creciente aplicación como aditivos funcionales en alimentación animal.

2.1 Ácidos grasos de cadena corta (AGCC)

Los principales AGCC son el acetato (C2), propionato (C3) y butirato (C4). Se producen mayoritariamente en el intestino grueso por fermentación microbiana de fibras dietéticas y carbohidratos no digeribles.

Mecanismos de acción

- **Reducción del pH intestinal:** Los AGCC acidifican el entorno intestinal, creando un ambiente hostil para bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Clostridium perfringens*. Esta acidificación también afecta la actividad enzimática bacteriana y la integridad de sus membranas celulares.

- **Disrupción de la membrana bacteriana:** El butirato y otros AGCC pueden penetrar las membranas celulares bacterianas en su forma no dissociada, disociándose intracelularmente y alterando el pH citosólico, lo que desencadena despolarización, estrés oxidativo y muerte celular.

Beneficios adicionales

- **Fuente energética para colonocitos:** El butirato es el principal sustrato energético de las células epiteliales del colon, y promueve su proliferación, diferenciación y reparación.
- **Efectos inmunomoduladores:** Estimula la expresión de mucinas, péptidos antimicrobianos y citoquinas antiinflamatorias como IL-10, al tiempo que modula vías de señalización como NF-κB.

2.2 Ácidos grasos de cadena media (AGCM)

Los AGCM más comunes en nutrición animal son los ácidos caproico (C6), caprílico (C8), cáprico (C10) y láurico (C12), abundantes en aceites vegetales como el de coco y palmiste. Se utilizan por su elevada digestibilidad y su efecto directo sobre microorganismos patógenos.

Mecanismos de acción

- **Insertión en membranas lipídicas:** Debido a su naturaleza lipofílica, los AGCM pueden integrarse en las bicapas lipídicas bacterianas, provocando desorganización estructural, aumento de permeabilidad y lisis celular.
- **Conversión en monoglicéridos antimicrobianos:** Durante la digestión, los AGCM se transforman en monoglicéridos como el monolaurato, que presenta una potente acción bactericida y virucida frente a bacterias grampositivas y virus envueltos.
- **Interferencia metabólica:** Pueden alterar rutas metabólicas bacterianas esenciales como la síntesis de ácidos grasos, dificultando la proliferación microbiana.

Beneficios adicionales

- **Alta digestibilidad y rápida absorción:** No requieren emulsificación por sales biliares, por lo que se absorben rápidamente a nivel intestinal, proporcionando energía inmediata.
- **Modulación de la microbiota:** Promueven el equilibrio microbiano intestinal al inhibir selectivamente patógenos, favoreciendo un entorno competitivo para bacterias beneficiosas.

2.3 Aplicaciones prácticas

La inclusión de AGCC y AGCM en dietas animales permite:

- Reducir la proliferación de patógenos intestinales sin el uso de antibióticos.
- Mejorar la integridad epitelial y reducir la incidencia de diarreas.
- Incrementar la eficiencia alimentaria y el crecimiento en etapas críticas (destete, recría, etc.).
- Apoyar estrategias de producción sin antibióticos promotores de crecimiento (AGP-free).

3. Diferencias entre fructooligosacáridos (FOS) y mananoligosacáridos (MOS)

Los oligosacáridos funcionales como los fructooligosacáridos (FOS) y los mananoligosacáridos (MOS) son aditivos ampliamente utilizados en nutrición animal por sus efectos beneficiosos sobre la microbiota intestinal, la integridad de la mucosa y la inmunomodulación. Aunque comparten propiedades prebióticas, presentan diferencias notables en su estructura química, origen, mecanismo de acción y efectos fisiológicos.

3.1 Fructooligosacáridos (FOS)

Estructura y origen

Los FOS están compuestos por unidades de fructosa unidas por enlaces β -(2,1) y, ocasionalmente, β -(2,6), con una glucosa terminal. Se encuentran de forma natural en plantas como la achicoria, cebolla, ajo, plátano y espárrago, y pueden obtenerse por hidrólisis enzimática de la inulina.

Mecanismo de acción

- **Prebiótico selectivo:** Los FOS no son hidrolizados por enzimas digestivas animales y alcanzan el colon intactos, donde son fermentados por bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* spp., favoreciendo su crecimiento y actividad.
- **Producción de AGCC:** La fermentación de FOS produce ácidos grasos de cadena corta, principalmente butirato y propionato, con efectos beneficiosos sobre la mucosa intestinal e inmunomodulación.
- **Reducción de patógenos:** Mediante competencia por sustratos y acidificación del entorno, los FOS limitan la proliferación de bacterias patógenas como *Salmonella*, *E. coli* y *Clostridium*.

Aplicaciones

- Utilizados en dietas de monogástricos (lechones, pollos de engorde, ponedoras) para estabilizar la microbiota, prevenir diarreas post-destete y mejorar la absorción de nutrientes.
- Eficaces en la reducción del uso de antibióticos al promover un ecosistema intestinal resiliente.

3.2 Mananoligosacáridos (MOS)

Estructura y origen

Los MOS son oligosacáridos derivados de la pared celular de levaduras, especialmente *Saccharomyces cerevisiae*. Contienen residuos de manosa altamente ramificados unidos a una matriz proteica y β -glucanos.

Mecanismo de acción

- **Adsorción de patógenos:** Los MOS se unen a fimbrinas tipo I presentes en bacterias gramnegativas como *E. coli* y *Salmonella*, bloqueando su adhesión a los receptores intestinales y facilitando su eliminación por vía fecal.
- **Modulación de la inmunidad:** Interactúan con receptores de células del sistema inmune intestinal (ej. TLRs), promoviendo una respuesta inmunitaria innata más eficiente sin generar inflamación excesiva.
- **Refuerzo de la barrera intestinal:** Estimulan la secreción de IgA, la producción de mucina y la actividad de células inmunes locales, reduciendo la translocación bacteriana.

Aplicaciones

- Se emplean en dietas de animales jóvenes y en fases críticas como el destete o cambio de dieta, donde el riesgo de colonización por patógenos es elevado.
- Útiles en estrategias de bioexclusión para prevenir enfermedades entéricas.

3.3 Diferencias clave entre FOS y MOS

Característica	FOS	MOS
Origen	Vegetal (inulina, raíces, frutas)	Levadura (<i>S. cerevisiae</i>)
Estructura	Oligómeros de fructosa	Oligómeros de manosa
Mecanismo principal	Prebiótico (fermentación selectiva)	Adsorción de patógenos e inmunomodulación
Acción sobre microbiota	Promueve <i>Lactobacillus/Bifidobacterium</i>	Impide adhesión bacteriana

Producción de AGCC	Sí (fermentación colónica)	No directamente
Estabilidad en el TGI	Alta (resisten digestión)	Alta (actúan desde intestino delgado)

Ambos compuestos pueden usarse de forma complementaria para optimizar la salud intestinal, combinando efectos directos sobre la microbiota y sobre la integridad de la mucosa.

Referencias Bibliográficas

1. Brown, G. D., & Gordon, S. (2005). Immune recognition. A new receptor for β -glucans. *Nature*, 434(7037), 763–764.
2. Goodridge, H. S., et al. (2011). Activation of the innate immune receptor Dectin-1 upon formation of a 'phagocytic synapse'. *Nature*, 472(7344), 471–475.
3. Guilloteau, P., et al. (2010). From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate. *Nutrition Research Reviews*, 23(2), 366–384.
4. Peng, L., et al. (2009). Butyrate enhances the intestinal barrier by facilitating tight junction assembly via activation of AMP-activated protein kinase. *Journal of Nutrition*, 139(9), 1619–1625.
5. Petschow, B. W., et al. (1996). Ability of monolaurin to inhibit the growth of gram-positive and gram-negative bacteria. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 40(2), 302–306.
6. Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6), 1401–1412.
7. Xu, Z. R., et al. (2003). Effects of fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 82(6), 1030–1036.
8. Spring, P., et al. (2000). A review of 73 trials on Bio-Mos®, a mannan-oligosaccharide, and its effects on the performance of animals. *Feed Ingredients & Additives*, 22(5), 11–14.
9. Novak, M., & Vetvicka, V. (2008). β -Glucans, history, and the present: Immunomodulatory aspects and mechanisms of action. *Journal of Immunotoxicology*, 5(1), 47–57.
10. van der Wielen, P. W., et al. (2000). Influence of pH on the growth of *Clostridium perfringens* in the intestinal tract of broilers. *Avian Pathology*, 29(4), 409–417.