

Polisacáricos no amiláceos y complejos multienzimáticos; cómo mejorar el valor nutricional del pienso

J. Ignacio Fernández

jfernandez@pintaluba.com

David González Sánchez

dgonzález@pintaluba.com

La pared celular que recubre el endospermo de los cereales está formada por carbohidratos complejos que se conocen con el nombre de polisacáridos no amiláceos -PNA-. La estructura de estas paredes celulares, tanto de cereales como de otros ingredientes de uso común en piensos, es muy compleja y, dependiendo del tipo de materia prima a evaluar, encontraremos que su perfil en PNA es muy diferente (Tabla 1).

Los arabinoxilanos son los PNA mayoritarios en el trigo, centeno y triticale. Están formados por cadenas lineales de unidades de xilosa unidas por enlaces β -(1-4), con diversas ramificaciones de unidades de β -L-arabinofuranosa.

Por otro lado, los β -glucanos son los PNA más abundantes en la cebada y avena. Consisten en cadenas lineales de glucosas unidas por enlaces β -(1-4) o β -(1-3).

En otros ingredientes del pienso, como la soja, el girasol o la colza, aparecen, en cantidad menor, pero con un marcado efecto antinutricional, otros tipos de PNA como las pectinas, los β -galactosidos y los betagalactomananos.

Además, en los últimos años ha crecido el uso de subproductos en la alimentación de los monogástricos, como los de la producción de bioetanol -DDGS-, que presentan una nueva variedad de complejos sustratos.

Tabla 1. Composición en PNA de diversos ingredientes para piensos (*)

	Maíz	Trigo	Centeno	Cebada	Sorgo	Gluten feed	Salvado trigo	Hª soja	Hª colza	Hª girasol
Total PNA	9,7	11,9	15,2	18,6	9,0	35,1	37,4	21,7	22,0	24,0
RSO (#)	0,3	0,6	0,7	0,6	0,1	0,7	1,6	6,0	1,6	1,9
Betaglucanos	0,1	0,8	1,6	4,2	0,1	0,2	2,4	0,1	0,05	0,16
Arabinoxilanos solubles	0,5	1,6	3,2	1,2	0,45	1,4	1,7	1,1	1,6	1,3
Arabinoxilanos insolubles	3,8	6,0	6,5	7,2	2,4	15,8	22,1	3,4	4,4	7,8
Mananos	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0,1	1,3	0,1	0,1

(*) Adaptado de "Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding". Anim. Feed. Sci. Technol. 67:319-338. Bach Knudsen, K. E.

(#) RSO: oligosacáridos de la serie Rafinosa (Rafinosa, Estaquiosa y Verbacosa)

Artículo patrocinado por



andrés pintaluba, s.a.

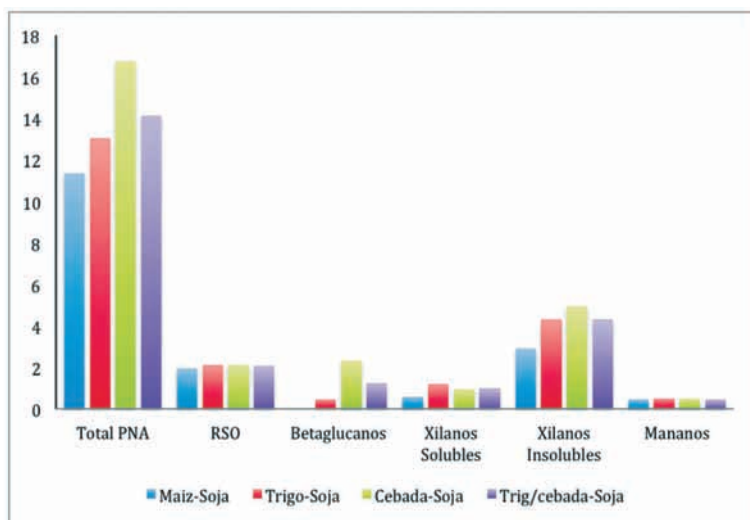


Fig. 1. Composición en PNA de diferentes tipos de fórmulas de pollos (RSO: oligosacáridos de la serie Rafinosa (Rafinosa, Estaquirosa y Verbacosa)

Por lo tanto, la fracción de PNA que compone un pienso es mucho más diversa y compleja de lo que se ha venido considerando y diferirá significativamente dependiendo de la composición final de la dieta (Figura 1).

Empleo de enzimas carbohidrasas: correcta valoración de su uso

La composición en PNA va a determinar el mayor o menor efecto antinutricional y los consiguientes problemas intestinales que del mismo puedan derivar, lo que va a determinar directamente el mayor o menor valor nutricional de una materia prima.

El mecanismo exacto mediante el cual los PNA ejercen su efecto antinutricional no es comprendido todavía del todo. Las dos explicaciones más aceptadas incluyen la "teoría de la viscosidad" y la "teoría de la encapsulación". La primera propone que los PNA viscosos o solubles son los responsables del pobre valor nutricional de cereales como el centeno, la avena, el triticale o el trigo ya que la viscosidad provocada por los PNA solubles dificulta la motilidad intestinal, reduciendo la correcta difusión de enzimas endógenas y el correcto mezclado de la digesta, lo que puede ser responsable de la deficiente digestión y absorción de nutrientes y de una reducción de la ingesta de alimento. Este efecto ocurre principalmente en pollos y se manifiesta externamente como problemas de camas húmedas y heces pastosas

acompañadas de un empeoramiento de la eficiencia alimenticia.

La teoría de la encapsulación está relacionada con la barrera física que forman los PNA y que restringe el acceso de las enzimas endógenas a los nutrientes más valiosos -almidón, proteína y grasa-, que quedarían encapsulados dentro de las células. El efecto negativo consistiría en una reducción o retraso de la digestión de nutrientes en el intestino delgado lo que implica una menor cantidad de nutrientes disponibles que son eliminados en las heces.

La estrategia más popularmente aceptada por sus resultados probados y usada desde hace ya tiempo con el fin de contrarrestar estos efectos negativos es el empleo de enzimas carbohidrasas. En la elección del enzima a usar debe primar la composición en PNA de dicha dieta - sustrato -. Hasta la fecha,

ésta consideración se ha centrado casi exclusivamente en los PNA mayoritarios por lo que las carbohidrasas de uso más común en piensos comerciales son las que incluyen actividades de tipo betagluconasa y/o xilanasas. Sin embargo, teniendo en cuenta, como hemos comentado, la complejidad del perfil de PNA del sustrato, es deseable o recomendable el uso de un producto enzimático que sea complejo en su composición en actividades enzimáticas. Así, que esta multitud de actividades asegurará un rango de actuación más amplio -sobre todos los tipos de PNA- en la mejora del valor nutricional de toda la dieta, comparado con aquellos basados en actividades enzimáticas puras centradas solo en los PNA mayoritarios.

La complejidad de las dietas de pollos en cuanto a su composición en PNA plantea dos cuestiones: en primer lugar, ¿cómo puede el efecto o mejora de un preparado enzimático imputarse solamente a su acción sobre un ingrediente individual? y, en segundo lugar, ¿cómo puede esta información ser traducida en términos de valor nutricional?

Como hemos comentado, la fracción de PNA, de manera natural, es radicalmente diversa, con amplias diferencias entre los tejidos de la planta, así como entre especies de plantas. Esta fracción va, desde la altamente resistente al ataque enzimático, ya sea lignificada o fibra hidrofóbica insoluble, a la fracción de PNA más vulnerable de las paredes celulares del endospermo. Esta última es más susceptible al ataque enzimático, en cumplimiento de su función estructural en la planta. Durante la germinación un proceso clave es la degradación del almidón, aceite y proteína, que exige la destrucción de

la pared celular para el acceso de las propias enzimas endógenas, lo que permiten el crecimiento y desarrollo de la planta. Esto es análogo al problema al que se enfrenta el sistema digestivo de los monogástricos, que carece de enzimas endógenas adecuadas y por eso ponemos nuestro esfuerzo para acceder a la célula mediante la trituración física del pienso a través del molido y, una vez dentro del animal, en suplementar con enzimas carbohidrasas para potenciar el proceso de la destrucción física y con ello el de digestión.

En la naturaleza los organismos emplean una estrategia sistemática para la destrucción enzimática de un tejido diana, empezando por la solubilización del polímero seguido de cerca por la degradación endolítica propiamente dicha. La degradación exolítica lógicamente no puede ser eficiente hasta que grandes cantidades de los extremos libres del polímero están expuestos.

Existen otros factores que podrían afectar a la degradación del sustrato. Estos podrán incluir, en el caso de las enzimas, unas enzimas secundarias y cofactores de enzimas que son específicos de un sustrato determinado y en el caso de los ingredientes, factores que pueden afectar la actividad enzimática. Por ejemplo, los inhibidores de tripsina reconocidos desde hace mucho tiempo como el principal factor antinutricional en la soja y otras leguminosasy, más recientemente, los inhibidores de carbohidrasas en cereales, han planteado preocupaciones en cuanto a sus efectos sobre la suplementación enzimática de los piensos.

Numerosos argumentos podrán ser utilizados para explicar la ventaja de usar complejos multienzimáticos además de la explicación evidente de que existe simplemente un mayor rango de enzimas presentes. En un trabajo de Mathloulthi, en 2002 -ver figura 2- se vio claramente que, al añadir a un sustrato rico en arabinoxilanos, una xilanasa purificada, ó un complejo multienzimático conteniendo como actividades principales xilanasa y betaglucanasa y además otras secundarias complementarias -endo y exo arabinoxilanasas y

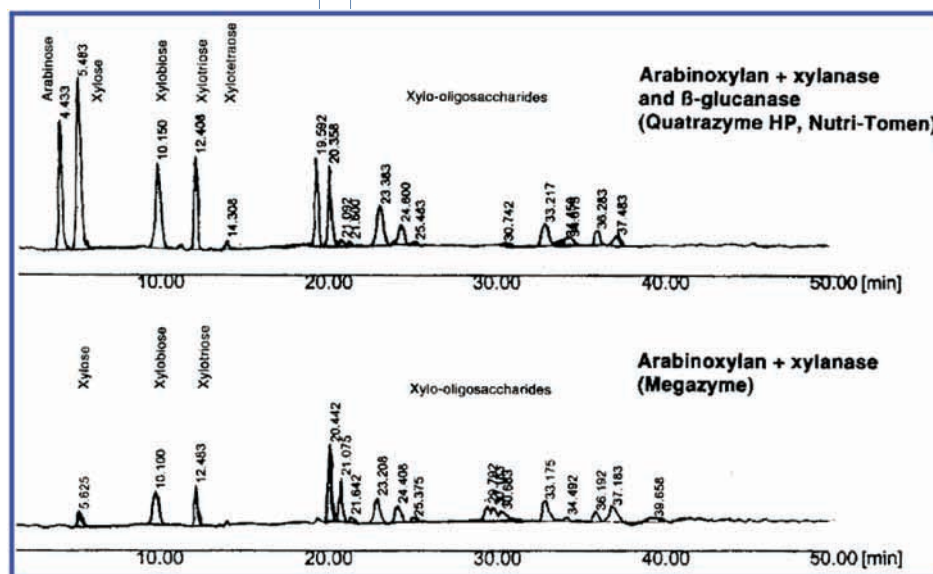


Fig. 2. Fracciones liberadas tras la hidrólisis de arabinoxilanos con una xilanasa purificada y con un complejo multienzimático (Mathloulthi y col., 2002)

otras-, la mayor degradación del sustrato se obtuvo en el último caso.

Por lo tanto los productos enzimáticos que se producen de forma natural sin modificaciones genéticas de microorganismos, a diferencia de los productos que representan una mezcla de enzimas única, aportan efectos sinérgicos.

Empleo de complejos multienzimáticos: valoración de sus efectos

En la alimentación de monogástricos se usan, cada vez más, formulaciones con una amplia composición de ingredientes, con la creciente incorporación y dependencia de fuentes de energía y proteína ricas en fibra, como la de subproductos de otras industrias -DDGS, salvado de trigo, gluten, etc.- que van creciendo en importancia. Todo ello conduce a que los PNA que compondrán estas dietas serán de una enorme complejidad y diversidad y requerirán la acción de múltiples actividades enzimáticas. Una enzima basada en una única actividad dejaría gran parte de estos PNA sin opción a ser degradados.

Como ya se ha comentado anteriormente, el motivo original que supuso la aplicación de enzimas carbohidrasas en las dietas de avicultura fue contrarres-



Tabla 2. Efecto de la suplementación con complejos multi-enzimáticos conteniendo xyl + glu + galac + betamannasa sobre el crecimiento en pollos alimentados con dietas maíz soja (*)

Test	Peso a 14 d, g		Índice de conversión: g pienso/g ganancia de peso	
	Control	Enzima	Control	Enzima
A	537	546	1,42a	1,36b
B	487b	532a	1,46a	1,42b
C	492	501	1,44	1,42
D	502	508	1,49	1,47
E	473	496	1,35a	1,32b
F	328	337	1,42	1,40
G	334b	354a	1,49a	1,35b
Media	450	468	1,44	1,39
Mejora respecto al control, %		3,9		3,2

(*) Slominski y col., 2006

tar los efectos negativos causados por la fracción soluble de los PNA -xilanos y betaglucanos-. La viscosidad provocada por estos comprometía la utilización de nutrientes y como consecuencia los rendimientos productivos del ave. Un aspecto a tener muy en cuenta es que, a menudo, los efectos negativos observados en el ave no han sido correlacionados particularmente bien con la viscosidad medida a nivel intestinal. Por ejemplo, el trigo y los subproductos de trigo producen normalmente mucha menor viscosidad intestinal que la cebada, pero la mejora que sigue a la aplicación de enzimas es en muchos casos igual de importante.

Por otro lado, la teoría de la encapsulación explicaría porque en ausencia casi total de PNA solubles en dietas de pollos se han observado y registrado mejoras de los parámetros productivos con la aplicación de complejos multienzimáticos. Es decir, la barrera que supone la pared celular para acceder al contenido de la célula nos lleva a concluir que todos los ingredientes siempre se beneficiarán de la suplementación enzimática.

Un ejemplo claro es el caso de enzimas de origen fúngico obtenidas a partir de fermentaciones no OGM y más en concreto a partir del género *Aspergillus*, donde se ha comprobado que, además de contener una alta concentración en enzimas betaglucanasas y xilanasas, éstas contienen también otras actividades secundarias, entre las que podemos mencionar como más importantes aquellas actividades de tipo celulasas, hemicelulasas y sobre todo del tipo alfa-galactosidasas y betamannanasas.

Este tipo de enzimas usado con éxito desde hace tiempo en dietas trigo/cebada, en las que la viscosidad es un problema, han demostrado su eficacia también en dietas maíz-soja, donde la viscosidad no es problemática. En la tabla 2 podemos ver un resumen de pruebas realizadas en maíz soja y las mejoras encontradas, cuando se usaban complejos multienzimáticos con varias actividades tanto principales como secundarias.

Pero el reto para el nutricionista de hoy en día es cómo valorar apropiadamente la degradación que se produce del pienso con el uso de enzimas. La degradación puede ser interpretada de dos maneras: como una mayor y más completa utilización de los contenidos celulares, o también por el potencial valor nutricional de la fracción de PNA una vez degradada. El valorar ambas aportaciones resulta de vital importancia para conseguir el mayor rendimiento del uso de estos complejos multienzimáticos.

Por ejemplo, las unidades de hexosa son transportadas activamente y utilizadas. Los monómeros de pentosa, sin embargo, son mal utilizados, o incluso tóxicos en niveles elevados, aunque no están sujetos a transporte activo y de ahí su pobre absorción a niveles bajos. Junto con fragmentos de fibra liberados de componentes de la pared celular, estas fracciones procedentes de la degradación de los PNA proporcionan sustrato para los componentes de la microflora intestinal beneficiosos, actuando de forma prebiótica y, por lo tanto, promoviendo la salud intestinal general e indirectamente reduciendo la carga patogénica vía exclusión competitiva.

Por lo tanto, asignar valores de matriz a ingredientes más allá de los ingredientes tradicionales podría ser un enfoque razonable cuando se utilizan complejos multienzimáticos de amplio espectro y es una de las vías de investigación que más interés pueden tener hoy en día.

En una situación generalizada de precios al alza de los ingredientes para pienso, el poder utilizar materias primas alternativas -subproductos- o poder extraer el máximo de nutrientes de nuestro pienso utilizando enzimas con amplio espectro de acción pueden ser unas soluciones para abaratar los costes de alimentación de las aves. ●