

PREBIÓTICOS

FORMULACIÓN DE LACTOSUERO EN PIENSOS PARA AVES DE PUESTA

C. PINEDA-QUIROGA, A. GARCIA-RODRIGUEZ Neiker Tecnalia, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario

El lactosuero es un subproducto generado en la fabricación de quesos, que presenta un elevado contenido en nutrientes (vitaminas, proteínas, minerales, azúcares . . .) algunos de los cuales presentan **propiedades funcionales beneficiosas para la salud**, por lo que su uso como ingrediente en productos para alimentación, tanto humana como animal, suscita un creciente interés.

Sin embargo, la recogida y posterior secado del lactosuero para la obtención de productos en polvo únicamente resulta rentable para grandes volúmenes de lactosuero, por lo que las pequeñas y medianas queserías no pueden almacenar en sus instalaciones las cantidades necesarias para rentabilizar su transporte.

En estos casos, las opciones de gestión pasan por su eliminación mediante vertido, la aplicación a terrenos o su uso directo en alimentación animal, alternativas que, sin embargo, presenta riesgos tanto ambientales como sanitarios, si no se realizan de manera adecuada y controlada.

¿EN QUÉ CONSISTE EL PROYECTO VALORLACT?

Como consecuencia de esta problemática y con el objetivo de mejorar la situación actual, la Direc-

ción de Innovación e Industrias Alimentarias perteneciente al Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco, ha puesto en marcha en julio de 2012 el proyecto VALORLACT "Aprovechamiento integral del lactosuero generado en el sector lácteo de la Comunidad Autónoma del país Vasco" (<http://valorlact.eu>), financiado por el Programa Life+ Environment de la Comisión Europea (Ref. Life 11 ENV/ES/639).

El presente estudio se enmarca dentro de las tareas contempladas en el proyecto VALORLACT, para el aprovechamiento en la alimentación de aves, de las fracciones de lactosuero actualmente no valorizadas en la CAPV.

El lactosuero se caracteriza por presentar un alto contenido en materia orgánica: proteína, grasa, minerales y fundamentalmente lactosa. La lactosa es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa. Para digerirla, el organismo precisa de la enzima lactasa que se produce normalmente en la mucosa intestinal, y que transfor-



ma la lactosa en monosacáridos. Las aves carecen de lactasa (Harms *et al.*, 1977) y, por tanto, sólo pueden aprovechar este azúcar por vía fermentativa. Por lo tanto, la lactosa es resistente a la acción de los enzimas intestinales y pancreáticos, y ejercen un efecto osmótico debido a su capacidad de retención de agua, por lo que, llegan al intestino grueso donde son fermentados por bacterias anaerobias de la flora intestinal, fomentando el crecimiento de flora intestinal no patógena y beneficiosa por exclusión competitiva. En consecuencia el lactosuero se podría encontrar entre una nueva generación de aditivos: carbohidrato que no se digiere y que mejora el entorno intestinal. Por lo tanto el objetivo que se plantea en este trabajo es determinar el efecto de la inclusión de lactosuero en el pienso de aves de puesta sobre el rendimiento productivo, la respuesta del sistema inmune y la población microbiana del ciego de los mismos.

CASO PRÁCTICO

En el presente ensayo se utilizaron un total de 300 gallinas ponedoras Isa Brown, durante 10 semanas (57 a 67 semanas), con un periodo de adaptación de 2 semanas. Se alojaron en recintos de 5 m², a razón de 15 gallinas por recinto y se

OBJETIVOS PRINCIPALES DE VALORLACT

- Diseñar y validar un Plan de Acción que permita llevar a cabo una gestión y aprovechamiento integral de al menos el 80% del lactosuero generado en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV).
- Demostrar la viabilidad técnica, económica, sanitaria y de mercado de la aplicación de tecnologías combinadas de concentración, secado y digestión anaerobia que permitan la gestión y valorización integral del lactosuero, tanto en alimentación animal y humana, como para usos energéticos y agronómicos.



sometieron a similares condiciones de manejo lumínico (16 h/d) y de temperatura, con suministro de agua y pienso a voluntad.

Las aves se distribuyeron aleatoriamente en 4 tratamientos. Las cuatro dietas experimentales se diseñaron para ser isocalóricas e isoproteicas y para satisfacer las necesidades de producción de aves de puesta establecidos por el NRC, pero se diseñaron para aportar diferentes cantidades de lactosuero y probiótico (**Tabla 1**). Se combinaron dos niveles de lactosuero desecado (0 y 6%) con dos niveles de probiótico (0 y 0,2%). Los ingredientes y el análisis nutricional de las distintas dietas experimentales pueden verse en la **Tabla 1**.

La ingesta de pienso se midió por recinto de forma semanal. Semanalmente se tomó una muestra de los piensos ofertados que se conservó para su posterior análisis.

Diariamente se determinó para cada recinto la puesta total de huevos. Además, la totalidad de huevos recogidos el último día de la semana se pesó de forma individual y se catalogó (European Economic Community, 1989). Las cuatro categorías establecidas para el tamaño del huevo fueron: extra grande (>73 g), grande (73 a 63 g), mediano (63 a 53 g) y pequeño (<53 g). Cada gallina se pesó de forma individual al comienzo y al fin del ensayo. La calidad externa e interna de 12 huevos frescos por recinto se evaluó semanalmente en 3 días consecutivos. La calidad externa del huevo se evaluó en base al peso y forma del huevo, y al espesor de la cáscara. A su vez, para determinar la calidad interna del huevo se midió la altura del albumen, se determinaron las unidades Haugh y se estimó el índice de yema.

Tabla 1.
Ingredientes y análisis nutricional de las dietas experimentales (% en base húmeda)

ITEM	OLOP	OLO,2P	6LOP	6LO,2P
Maíz	54	54	47	47
Torta de soja, 47% PB	28,34	28,34	27,2	27,2
Lactosuero	0	0	6	6
Trigo	5,45	5,45	6,5	6,5
Aceite de soja	2	2	3	3
DL-Metionina	0,2	0,2	0,2	0,2
Bicarbonato sódico	0,06	0,06	0,06	0,06
Cloruro sódico	0,3	0,3	0,3	0,3
Limestone	8,75	8,75	8,75	8,75
Fosfato dicálcico	0,4	0,25	0,49	0,29
Vitaminas y premezcla mineral ²	0,5	0,5	0,5	0,5
Probiótico (%)	0	0,2	0	0,2
<i>Análisis nutricional</i>				
AMEn (kcal/kg) ³	2757	2757	2753	2753
Proteína Bruta (%)	17,3	17,3	17,3	17,3
Lisina (%)	0,8	0,8	0,8	0,8
Metionina (%)	0,43	0,43	0,43	0,43
Extracto Etereo (%)	4,6	4,6	5,4	5,4
Ca (%)	3,5	3,5	3,5	3,5
P disponible (%)	0,17	0,14	0,22	0,18

¹OLOP: 0% lactosuero 0% probiótico; OLO,2P: 0% lactosuero 0,2% probiótico; 6LOP: 6% lactosuero 0% probiótico; 6LO,2P: 6% lactosuero 0,2% probiótico.

²Incluyó (por kg de pienso): vitamina A, 8000 IU; vitamina D3, 1750 IU; vitamina E, 5 mg; tiamina, 1 mg; riboflavina, 3 mg; piridoxina, 1 mg; vitamina B12, 0,01 mg; vitamina K, 1 mg; ácido nicotínico, 16 mg; ácido pantoténico, 7 mg; Mn, 70 mg; ZnO, 50 mg; Fe (FeSO₄·H₂O), 30 mg; Cu (CuSO₄·5H₂O), 4 mg; I (KI), 1 mg; Co, 0,2 mg; Se (Na₂SeO₃), 0,1 mg; colina, 240 mg; cantaxantina, 200 mg; fitasa, 300 unidades; etoxiquina, 110 mg. ³Calculado para las dietas experimentales (Fundación Española Desarrollo Nutrición Animal, 1999)

El último día del ensayo se sacrificaron un total de 12 aves por asfixia, escogiéndose al azar de 3 recintos por tratamiento. A partir de 1 g de muestra de ciego se determinó el número de unidades formadoras de colonias (UFC) de *Clostridium spp.*, *E. coli*, *Lactobacillus spp.* y *Bifidobacterium spp.*

RESULTADOS EXPERIMENTALES

La viabilidad de las aves fue de 100%, lo que indica un buen estado de salud de las aves, independientemente del tratamiento aplicado. El efecto de la inclusión de lactosuero en la formulación de



Vitoria-Gasteiz, 29 de julio a 2 de agosto de 2014
Información e inscripciones: www.isae2014.com

Organizers



Sponsors



Tabla 2.
Efecto de las dietas experimentales sobre el rendimiento productivo, la calidad y la clasificación del huevo (n=20)

	TRATAMIENTO ¹					P
	OLOP	GLOP	OLO,2P	GLO,2P	EEM	
<i>Rendimiento productivo</i>						
Ganancia de peso (g)	1,5 ^{ab}	0,71 ^b	2,0 ^a	1,1 ^{ab}	1,32	0,049
Índice de puesta (%)	75,6 ^b	82,5 ^a	82,6 ^a	76,9 ^{ab}	3,68	0,014
Peso de huevo (g)	66,0	65,7	66,2	65,7	1,07	0,802
Ingestión de pienso (g MS/d)	86	99	97	100	15,4	0,512
Índice de conversión (kg/kg)	1,77	1,84	1,80	2,00	0,242	0,494
Índice de conversión (kg/docena)	1,47	1,50	1,45	1,60	0,193	0,637
<i>Calidad del huevo</i>						
Índice yema	0,48	0,47	0,47	0,48	0,021	0,844
Índice de forma	74,5	74,3	74,2	74,6	0,59	0,816
Espesor de la cáscara (mm)	0,384	0,380	0,381	0,381	0,0049	0,625
Unidades Haugh	90,7	88,7	88,5	89,3	1,92	0,311
<i>Clasificación del huevo (%)</i>						
>73 g	5,8	9,7	8,8	9,2	4,78	0,587
63 a 73 g	64,8	58,7	65,3	55,3	7,62	0,146
53 a 63 g	28,9	31,4	24,9	35,0	8,32	0,307
<53 g	0,4	0,2	0,9	0,5	1,15	0,814

¹ OLOP: 0% lactosuero 0% probiótico; OLO,2P: 0% lactosuero 0,2% probiótico; GLOP: 6% lactosuero 0% probiótico; GLO,2P: 6% lactosuero 0,2% probiótico. EEM: error estándar de la media

Tabla 3.
Efecto de las dietas experimentales sobre las poblaciones microbianas del ciego de aves de puesta (n=12)

LOG ₁₀ UFC / G CONTENIDO DE CIEGO	TRATAMIENTO ¹					P
	OLOP	GLOP	OLO,2P	GLO,2P	EEM	
<i>Bifidobacterium spp</i>	6,5 ^b	8,5 ^a	5,3 ^b	7,2 ^{ab}	1,05	0,033
<i>Lactobacillus spp</i>	9,0 ^b	9,0 ^b	9,8 ^a	9,2 ^{ab}	0,48	0,087
<i>Clostridium spp</i>	5,8 ^a	4,3 ^b	4,8 ^b	4,9 ^{ab}	0,57	0,036
<i>E. Coli</i>	6,3	6,7	7,0	6,5	0,58	0,572

¹ OLOP: 0% lactosuero 0% probiótico; OLO,2P: 0% lactosuero 0,2% probiótico; GLOP: 6% lactosuero 0% probiótico; GLO,2P: 6% lactosuero 0,2% probiótico. UFC: unidades formadoras de colonias, EEM: error estándar de la media

piensos para aves de puesta sobre los rendimientos productivos de las mismas puede verse en la **Tabla 2**.

La adición de un 6% de lactosuero en polvo y de probiótico al pienso de aves de puesta supuso un aumento de un 9,1% y del 9,2% del índice de puesta con respecto al grupo que llevaba un pienso comercial, respectivamente. Estudios que traten de evaluar la posible utilización del lactosuero en polvo como prebiótico en aves de puesta son escasos, pero los resultados obtenidos en este ensayo concuerdan con los descritos por Aghaei *et al.* (2010), quienes también encontraron un incremento del índice de puesta al suministrar lactosuero en polvo en concentraciones superiores al 5%. El incremento obtenido en el índice de puesta al suministrar un 6% de lactosuero en polvo es un resultado importante porque es un as-

La inclusión de un 6% de lactosuero en polvo resulta en una disminución y un aumento de las unidades formadoras de colonias de *Clostridium* y bifidobacterias

pecto que condiciona de forma importante la viabilidad de una explotación. Además, en cuanto a la relevancia del incremento, es importante destacar que la mejora del índice de puesta observado al suministrar un 6% de lactosuero en polvo es similar al alcanzado al suministrar un 0,2% de probiótico comercial.

El incremento observado en el índice de puesta al suministrar lac-

tosuero o el probiótico comercial podría estar relacionado con los cambios observados en las poblaciones microbianas del ciego de las aves (**Tabla 3**). Las aves que recibieron la dieta comercial control presentaron, en comparación con las aves que recibieron un 6% de lactosuero y 0,2% de probiótico, un incremento de las unidades formadoras de colonias de *Clostridium* del 34,9% y del 20,8%, respectivamente. A su vez las aves que recibieron un 6% de lactosuero y un 0,2% de probiótico, en comparación con las aves que recibieron la dieta comercial control, presentaron un incremento del 30,8% y del 8,9% en las UFC de bifidobacterias y lactobacilos, respectivamente. Los resultados encontrados en el presente ensayo concuerdan con Gibson *et al.* (1994) y Van Der Wielen *et al.* (2002) quienes también encontraron una disminución de la concentración de *Clostridium* asociada a un incremento de la población de bifidobacterias.

Las bifidobacterias son un tipo de microflora que se caracteriza por producir ácidos grasos de cadena corta y de ácido láctico como producto de la fermentación de los carbohidratos, que disminuyen el pH en el ciego creando un medio donde las bacterias potencialmente patógenas no puedan crecer y desarrollarse. De igual forma, producen bacteriocinas, que actúan como antibióticos e inhiben a las bacterias patógenas, estimulan del sistema inmune, especialmente del intestinal y fortalecen la capacidad de sintetizar algunas vitaminas del complejo B (Arbo y Santos, 1987). Por lo tanto, la adición de un 6% de lactosuero en el pienso de aves de puesta puede haber derivado en una mejora del estado sanitario de los animales, debido a su acción sobre determinadas poblaciones patógenas, tal y como se puede deducir del descenso observado en las poblaciones de *Clostridium*, mediante mecanismos como la exclusión competitiva, al incrementar las concentraciones de bifidobacterias.

CONCLUSIONES

En este ensayo, además, se incluyó un pienso experimental en el que se incluía conjuntamente el

lactosuero con un probiótico comercial. La hipótesis inicial era que al juntar el probiótico con un sustrato potencialmente utilizable por el mismo que se encontraría sinérgico entre el lactosuero y el prebiótico, de manera que la repercusión productiva encontrada sería superior a la de los dos efectos individuales por separado. Los resultados encontrados en el presente trabajo, en el que el rendimiento productivo de los animales alimentados con este pienso experimental fue similar al encontrado con el grupo control, lo que indicaría que no se ha encontrado dicho efecto sinérgico.

La explicación para dicha falta de respuesta podría estar en que la combinación de lactosuero y probiótico no conllevó un incremento de bifidobacterias o lactobacilos que resultara en una disminución de la población de clostridium. Esta falta de efecto sinérgico en los resultados podría ser debida a que la suplementación con un 6% de lactosuero, que favoreció el crecimiento de bifidobacterias mientras que el probiótico comercial añadido era un lactobacilo, habiéndose podido establecer una competencia entre estas poblaciones microbianas por el sustrato fermentable.

En cuanto a la calidad del huevo, interna o externa, la falta de resultados observada tanto al suplementar con un 6% de lactosuero o un 0,2% de probiótico se encuentra en línea con lo descrito en la literatura para el lactosuero (Aghaei *et al.*, 2010) y para otros prebióticos (Haddadin *et al.*, 1996). No obstante, existen trabajos en los que sí que se ha encontrado un efecto del probiótico tanto en la calidad externa como interna del huevo (Tortuero y Fernandez, 1995). La variabilidad existente en resultados puede ser atribuida a variaciones en la flora microbiana del ciego, condiciones ambientales (Mahdavi *et al.*, 2005), capacidad de los prebióticos para colonizar el tracto digestivo y evitar el crecimiento de bacterias patógenas (Jin *et al.*, 1997), nivel de estrés de los animales, y concentración del probiótico utilizado (Dizaji y Pirmohammadi, 2009).

En cualquier caso, los huevos obtenidos al suplementar con lactosuero presentaron unos peso y for-



ma totalmente equiparables a los obtenidos con la dieta comercial control lo que podría indicar que la facilidad para venderse no se vería comprometida. Además, en todos los casos se obtuvieron altos valores de unidades Haugh, lo que denotaría un buen grado de frescura.

A TENER EN CUENTA...

La inclusión de un 6% de lactosuero en polvo resulta en una disminución y un aumento de las unidades formadoras de colonias de *Clostridium* y bifidobacterias, respectivamente, y en un aumento incremento del índice de puesta equiparable al obtenido al suplementar con un probiótico comercial, sin causar una modificación de la calidad interna o externa del huevo. ■

Bibliografía

Aghaei, A., S. Tabatabaei, M. Chaji, and M. Nazari. 2010. Effects of dried whey (prebiotics) and probiotics in laying hen's performance and intestinal microflora. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9: 1996-2000.

Arbo, A., and J. Santos. 1987. Diarrheal diseases in the immunocompromised host. *The Pediatric Infectious Disease Journal* 6: 894-906.

Dizaji, S. B., and R. Pirmohammadi. 2009. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *bioplus 2b* on performance of laying hens. *International Journal of Agricultural Biology* 11: 495-497.

Gibson, G., E. Beatty, X. Wang, and J. Cummings. 1994. Regulatory effects of bifidobacteria on the growth of other colonic bacteria. *Journal of Applied Bacteriology* 77: 412-420.

Haddadin, M. S. Y., S. M. Abdulrahim, E. A. R. Hashla-

La inclusión de un 6% de lactosuero en polvo resulta en un aumento incremento del índice de puesta equiparable al obtenido al suplementar con un probiótico comercial, sin causar una modificación de la calidad interna o externa del huevo

moun, and R. K. Robinson. 1996. The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of eggs. *Poultry Science* 75: 491-494.

Harms, R. H., B. L. Damron, and C. F. Simpson. 1977. Effect of wet litter and supplemental biotin and/or whey on the production of feet pad dermatitis in broilers. *Poultry Science* 56: 291-299.

Jin, L. Z., Y. W. Ho, N. Abadullah, and S. Jalaudin. 1997. Effect of adherent *Lactobacillus* culture on growth, weight of organs, and intestinal microflora and volatile fatty acids in broilers. *Animal Feed Science and Technology* 70: 197-209.

Mahdavi, A. H., H. R. Rahmani, and J. Pourreza. 2005. Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. *International Journal of Poultry Science* 4: 488-492.

Tortuero, F., and E. Fernández. 1995. Effects of inclusion of microbial cultures in barley-based diets fed to laying hens. *Animal Feed Science and Technology* 53: 255-265.

Van Der Wielen, P. W. J. J., F. V. Knapen, and S. Biesterfeld. 2002. Effect of administration of *Lactobacillus crispatus*, *Clostridium lactatifermentans* and dietary lactose on the development of the normal microflora and volatile fatty acids in the caeca of broiler chicks. *British Poultry Science* 43: 545-550.