

Implicaciones de la utilización de altos niveles de soja en avicultura

ANDRÉS ORTIZ*

Nutega, Servicio de Avicultura. C/Marconi,9. Coslada.Madrid

*Dirección electrónica del autor: ao@nutega.com

Andrés Ortiz se licenció en Veterinaria en la Universidad Complutense de Madrid (1985). Tras un período como becario en la Estación Experimental de Nanta, en Casarrubios del Monte (Toledo), pasó a la empresa privada, como responsable del servicio técnico en Avicultura y Cunicultura de Nanta y Trouw Ibérica, y desde 1995 hasta la fecha en NUTEGA, SL.

Miembro de AECA, ha participado en todos los congresos, symposiums y cursos que sobre Avicultura se han celebrado en España en los últimos 20 años, desde 1989 hasta el 2009, así como a diferentes ediciones de los cursos FEDNA de especialización en Nutrición Animal. Ha sido ponente invitado en los Symposiums de AECA de Pamplona (1994) y Córdoba (2001), y en distintas Jornadas Técnicas y cursos de formación.

El Sr. Ortiz García-Vao es autor de varios capítulos en libros técnicos y de numerosos artículos sobre alimentación, sanidad y manejo en revistas de divulgación técnica. También ha participado en proyectos CDTI de investigación y desarrollo, y presentado comunicaciones a Symposiums nacionales e internacionales.

RESUMEN

La morfología intestinal y el sistema inmunitario del ave, así como la absorción de nutrientes y la población bacteriana pueden verse alterados en función del sustrato que circule por el lumen intestinal. A lo largo del presente trabajo se revisan los diferentes aspectos ligados a la soja, ingrediente proteico por antonomasia en las fórmulas avícolas de carne de hoy en día, que pueden modificar el fisiologismo intestinal y con ello disminuir los resultados zootécnicos del lote. Asimismo se sugiere la necesidad de adaptar los criterios de aceptación de la soja, valoración nutricional y factores antinutricionales, a la situación productiva europea.

Palabras clave: soja, digestibilidad, FAN, pollos, salud intestinal)

Implications of using poultry feed with a high soybean content

SUMMARY

The intestinal morphology and immune system of birds, as well as their nutrient absorption rate and bacterial population, can be altered by the substrate source running through the intestinal lumen. The present paper reviews various issues concerning soybean, the major protein source in today's broiler diet formulae, which can alter intestinal physiology and thus reduce the zootechnical performance of the flocks. It also suggests the need to adapt soybean uptake criteria, both nutritional and anti-nutritional factors, to the current situation of poultry production in the European Union.

Keywords: soybean; digestibility; ANF; broilers; intestinal health

INTRODUCCIÓN

La soja, *Glycine max L.*, es una planta anual de la familia de las leguminosas que produce una semilla redonda de color amarillo. Las tortas de soja son subproductos de las fábricas de aceite obtenidos en la preparación del mismo a partir de semillas oleaginosas; son ricas en proteína bruta y pobres en fibra bruta.

Para su obtención en una primera etapa se quitan las impurezas y las semillas de otras especies por tamizado o ventilación. Posteriormente se realiza el descascarillado, quitándose el pericarpio, aumentando de esta manera el rendimiento en aceite y reduciendo el contenido en fibra de las tortas. En la soja, previo al descascarillado se realiza la molienda.

La extracción propiamente dicha del producto se puede hacer mediante presión mecánica discontinua o continua; o extracción por solvente, asimismo continua o discontinua.

El primero de ellos es el proceso más antiguo y da tortas ricas en lípidos (6-12%); en el segundo las semillas molidas y calentadas a 90 grados centígrados se introducen en un tornillo sinfín que las empuja hacia un diafragma de salida. La temperatura se eleva hasta 120 grados durante unos minutos, saliendo la soja en forma de escamas oscuras con un nivel de grasa de 4-6%, denominándose torta expeller.

En la extracción por solvente, ya sea continua o discontinua, las semillas son laminadas y calentadas por una torre de extracción donde la materia grasa es extraída por un solvente volátil a una temperatura de 55-57 grados usándose hexano como solvente. Luego el subproducto es calentado hasta 130 grados y secado para eliminar toda traza de solvente. En las tortas de extracción el contenido en lípidos residuales no pasa del 1%. Estos productos se muelen y por ello se denominan harinas de extracción.

Para obtener el valor nutritivo máximo de la soja es necesario destruir antes de su utilización en la alimentación animal los numerosos principios antinutricionales termolábiles que contiene la semilla cruda. Para ello se pasan las tortas por autoclave a 100 grados centígrados durante 30 minutos. Las tortas de soja se presentan con tasas variables de proteína bruta y fibra bruta según el nivel de reincorporación de cascarilla. Si se incorpora totalmente la cascarilla se obtiene la soja 42-44; si se incorpora parcialmente, soja 45-47; y si no hay incorporación de cascarilla, soja 48-50.

ANÁLISIS MEDIOS DE LA SOJA

Las características analíticas nos van servir para determinar el valor energético de la soja, resultando un producto con una energía bruta superior al maíz, y sin embargo con una energía metabolizable para aves muy por debajo del mismo cereal. Esto nos da una idea de que hay determinados nutrientes de la soja que el ave no es capaz de aprovechar desde el punto de vista energético. Asimismo nos va a servir para comprender que casi un tercio de la composición de la soja está formada por carbohidratos, y la digestibilidad de esta fracción en aves es muy pobre.

Dicha fracción está compuesta a partes iguales por oligo y polisacáridos. Estos últimos constituyen el 15-18% de la soja. El contenido en almidón es muy bajo, menor del 0,5%, así que la gran parte de los polisacáridos son celulosa, arabinogalactanos y polisacáridos ácidos, siendo todos ellos no digeribles por el ave. La fracción oligosacáridica contiene 7,4-9,9% de sacarosa, altamente digestible y con alto valor energético; 4,7-4,8% de estaquiosa; 1,0-1,1% de rafinosa, y trazas de verbascosa, todos estos últimos muy poco digestibles.

Estos azúcares no digestibles producen, aparte de pérdida de potencial energético, problemas de retención de líquidos a nivel intestinal e incremento del tiempo de tránsito, lo que puede afectar al resto de la ración.

CARACTERISTICAS ANALITICAS DE LA SEMILLA DE SOJA							
CRITERIOS	MODO DE EXTRACCION						
	PRESION			SOLVENTE			
Materia seca, %	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
Materia mineral, %	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Proteína bruta, %	43,4	45,4	47,4	43,4	45,4	47,4	49,4
Materia grasa, %	7,4	7,4	7,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Fibra bruta, %	5,5	4,3	3,1	5,8	4,6	3,4	2,2
Extracto libre de N2, %	26,9	26,1	25,3	32,6	31,8	31	30,2

Piat, 1999

La proteína bruta de la soja es altamente digestible(87-99%), no habiendo sin embargo muchos datos sobre la digestibilidad de los carbohidratos de la soja. Aproximadamente el 40% es digestible en pollos, mientras que en pavos algunos trabajos llegan hasta el 60% .

Por otro lado y analizando el cuadro de composiciones medias podemos ver que al añadir cascarilla subirá el nivel de fibra bruta, existiendo una correlación negativa entre nivel de fibra y proteína de la soja. Además sube el extracto libre de nitrógeno y la tasa de componentes parietales(FND, lignocelulosa y lignina).

Su contenido en grasa varía con el método de extracción del aceite como ya hemos mencionado, contando con un perfil de grasa insaturada rica en linoleico.

Su valor nutricional más interesante evidentemente es su contenido proteico, su perfil de aminoácidos y su digestibilidad en aves.

CALIDAD DE LA SOJA

Existen magníficos trabajos de Wiseman, Parsons y Batal en cuanto a los análisis a realizar en la soja para determinar su valor nutritivo en aves que revisaremos brevemente a continuación. Previamente enumeraremos algunos de los factores antinutricionales (FAN) que se encuentran en la soja y que bajo nuestro punto de vista son los causantes de algunos de los resultados que vemos en campo en aves, particularmente en períodos entre los 8-10 días de vida en broilers y algo más tarde en pavos, con inflamación intestinal leve e incremento de humedad en las heces sin más sintomatología aparente ni cuadro clínico que haga sospechar, más que el citado incremento de humedad en las heces, que dependiendo de la granja se puede complicar a los 15-18 días en broilers, o puede pasar inadvertido clínicamente pero que de cualquier forma se está llevando unos cuantos gramos de conversión al suelo de la nave.

Entre los factores antinutricionales de la soja: Oligosacáridos, saponinas, factores antitiroideos, inhibidores trísicos, hemoaglutininas o lectinas, actividad ureásica, lipasas y lipoxidasas. Los oligosacáridos se componen de sacarosa, altamente digestible, y alfa-galactósidos no hidrolizables por las enzimas de la mucosa intestinal, al no existir alfa-galactosidasas en el ave. Estos azúcares, rafinosa y estaquiosa, presentes en un 8,5 y un 37% de los azúcares totales respectivamente, al no ser atacados por las enzimas intestinales son metabolizados por la flora cecal produciendo en su fermentación metano y gas carbónico, fuentes de gases intestinales. La eliminación de estos alfa-galactósidos por medio de etanol produce incrementos en la digestibilidad de esta fracción en torno al 20%, pero son resultados discutidos. Otros autores han evaluado diferentes líneas genéticas de soja con bajos niveles de rafinosa y estaquiosa consiguiendo incrementos energéticos del 9,8%. Sin embargo el empleo de enzimas exógenas, alfa-galactosidasas ha fallado en los diferentes intentos al contemplar el crecimiento y el IC en pollos, y en estudios de EMA en pollitos.

Irish concluyó tras sus trabajos con etanol y alfa-galactosidasas que, a pesar de reducir la cantidad de estos oligosacáridos nocivos en teoría para el pollo, al aplicar estas sojas tratadas en pollos no obtuvo mejoras zootécnicas. Para este autor eliminar el 90% de los oligosacáridos no digestibles no tiene beneficio nutricional sobre la soja. Los trabajos de Waldroup con dietas maíz-soja, sin harinas animales, concluyen del mismo modo, sin efecto sobre el valor energético de la soja.

Las saponinas son glucósidos con niveles muy bajos en el haba de soja, en torno al 0,5%, no teniendo una importancia excesiva.

Las proteasas o inhibidores trísicos son proteínas que ejercen en la naturaleza una función protectora de la semilla. Estas proteínas se unen a la tripsina y a la quimiotripsina, enzimas digestivas segregadas por el páncreas. Esta unión disminuye la actividad digestiva del ave reduciendo el crecimiento y empeorando el índice de conversión. Además el páncreas en su intento compensador de producir más tripsina se encuentra hipertrofiado.

Dos son las principales proteasas existentes en la soja cruda: factores inhibidores de Kunitz y de Bowman-Birk. Los niveles medios del primero de ellos en la soja cruda son del orden de 1,4%, siendo un inhibidor principalmente de la tripsina. El segundo es un inhibidor de ambas enzimas, y se encuentra en niveles del 0,6%. Este último es más resistente a los tratamientos por calor que el primero. La absorción a nivel de enterocito, en ratas, de los factores inhibidores de la tripsina no es significativa en adultos pero sí en lactantes, produciéndose una disminución drástica del número de células caliciformes por vellosidad cuando son alimentadas con dietas soja, e incrementando el contenido acuoso de las heces así como la excreción de nitrógeno y grasa en las mismas.

Las hemoaglutininas o lectinas son proteínas que se encuentran a nivel de 1,3% en la soja cruda, y que actúan sobre el borde en cepillo del enterocito, destruyéndolo y reduciendo la capacidad de absorción de nutrientes del mismo. Como ejemplo del efecto de las lectinas, podemos citar los trabajos de Méndez y col, 2004, con la concavalina A (conA), lectina aislada, en los que concluyen que la con A redujo la energía metabolizable del maíz 130 kcal/kg, observándose la unión de la lectina a la mucosa en pollos de 3 semanas de vida, pero no en aves adultas.

Los crecimientos se vieron disminuidos a las 3 semanas por el efecto de la lectina sobre el enterocito y por la disminución de las secreciones en el lumen intestinal. Otro efecto visto por los autores es que la cantidad de mucinas neutras se incrementa en un intento del organismo por compensar los efectos nocivos de la lectina sobre la mucosa intestinal. Por tanto las lectinas, en opinión de estos autores, pueden dañar la mucosa, o directamente interferir la actividad de las enzimas digestivas en el lumen intestinal, o combinarse con nutrientes limitando así la acción enzimática-disacaridasas, siendo este efecto más marcado en aves jóvenes.

Los factores alergénicos son bien conocidos por sus efectos en humanos lactantes así como en lechones y terneros. En aves no hay descrito nada sobre ellos, pero no es descartable su efecto en pollitos, y que sea uno de los factores predisponentes a las reacciones inflamatorias que se observan en mucosa intestinal, duodeno y yeyuno, en broilers de 7-10 días de vida, con el consiguiente incremento de la secreción mucosa y el aumento de humedad en heces. La glicina y beta-conglicina podrían estar implicados en estos cambios a nivel de mucosa intestinal. En lechones los trabajos de Li (1991) documentan bien cómo diferentes tipos de fuentes proteicas afectan a la estructura de la pared intestinal, la respuesta inmune, medida como espesor de la piel tras inyección de antígeno extraído del alimento, la absorción, y el crecimiento de los animales.

Criterio	Proteína láctea	Harina soja	Concentrado soja	Concentrado soja extruído
GMD,g	326	182	208	319
Absorción de xilosa(mg/100 ml)	0,82	0,42	0,61	0,67
Altura villi, µm	364	234	309	319
Espesor piel, mm	0,82	3,33	2,65	2,5
Coliformes, % del total	2	37	24	4

Li y col,1991

Factores antinutricionales en productos de soja						
	haba soja		harina soja		concentrado	aislado
	cruda	decortificada	44%	48%	soja	Soja
Actividad ureásica	2	0,5	0,05-0,5	0,0 5- 0,2	≤ 0,05	≤ 0,05
Inhibidores de la tripsina, mg/g	45 - 65	2 - 25	5-8	5 - 8	≤ 4	≤ 1
Glicinina	182.000	182.000	66.000	66.000	≤ 100	≤ 1
Betaconglicinina	65.000	65.000	16.000	16.000	≤ 10	≤ 1
Lectinas	3.550	3.550	10-200	10-200	≤ 1	0
Oligosacáridos	14	15	15	15	3	0

Gorrochategui, 2001

Las lipasas y lipoxidasas existen en el haba cruda pero en condiciones de conservación del haba entera no actúan. Sin embargo en la molienda o la extrusión estas enzimas pueden actuar sobre el aceite provocando su enranciamiento.

Todos estos factores antinutricionales pueden ser reducidos hasta niveles de seguridad para su empleo si se somete la soja cruda o las tortas de soja a tratamientos térmicos adecuados.

El tratamiento térmico no debe ser excesivo, ya que se afectaría la digestibilidad de la proteína y la disponibilidad de los aminoácidos. Igualmente el valor energético de la grasa bajaría. Se considera que el tratamiento contra los factores antinutricionales es correcto cuando la tasas de factores antitripsicos medidos mediante la actividad inhibidora de la tripsina está por debajo de 3,8 mg/g en la soja haba y de 3 a 5 mg/g en las tortas de soja según la tasa de proteína. Por debajo de estos niveles se puede considerar que las diferentes enzimas, proteasas, lipasas, lipoxidasas y ureasas, han sido suficientemente destruidas para permitir una valoración correcta en el ave.

Los principales valores analíticos para conocer si el procesado de la soja es el correcto, o no, son:

1. **Índice de actividad ureásica** (AOCS, 1980a): indica la actividad residual de la ureasa de los productos de la soja en presencia de urea en solución, como un indicador para determinar si la temperatura aplicada ha sido suficiente para destruir los inhibidores de tripsina: Lo que se determina es el incremento de pH que se registra entre el pH de los productos de la soja tratados con calor y el pH inicial de la solución de urea. El incremento óptimo se varía entre 0,05 y 0,2. Menos de 0,05 implica sobreprocesamiento, pero al no contar con escala negativa este método no indica que todas las muestras con valor por debajo de 0,05 estén sobreprocesadas.
2. **Solubilidad de la proteína en KOH** (Araba y Dale, 1991): Indica la cantidad de proteína solubilizada en una solución de KOH al 0,2%. Este análisis detecta mejor el sobreprocesado pero no así el procesado deficiente. Valores entre 65-85 % de solubilidad son considerados correctos.
3. **Índice de dispersión de la proteína, PDI** (AOCS, 1980 b): indica la solubilidad o cantidad de proteína dispersa en agua de después de batirla en agua con una licuadora Hamilton Beach Drinkmaster. Es el método más preciso y efectivo para determinar la calidad de la soja por su sensibilidad, simplicidad y relación costo-tiempo. Un PDI de 45% o menos indicaría un tratamiento adecuado, aunque la Asociación Nacional de Procesadores de Soja en USA recomienda valores entre 15 y 30 %.

Resulta clarificador al respecto el trabajo de Parsons comparando los diferentes indicadores anteriormente citados y relacionándolos con los rendimientos zootécnicos en pollos. En él se observa que el PDI es el que mejor se ajusta a los rendimientos esperados en broilers mientras que con el índice de actividad ureásica y la solubilidad proteica en KOH, algunos tratamientos térmicos y sus correspondientes valores analíticos no indicarían correctamente la bondad del mismo y su correlación con el crecimiento del pollito.

**Efecto de someter al autoclave copos de soja cruda sobre el crecimiento en pollos
y valores químicos de control de calidad (Parsons, 1999)**

Autoclave (minutos)	Ganancia de peso (g)	Solubilidad proteica En K OH (% solubilidad)	Índice ureasa (Incremento de pH)	PDI (%)
0	178c	97	2,4	76
6	180c	93	2,2	63
12	189b	93	2,1	63
18	204 ^a	94	1,8	47
24	207 ^a	81	0,2	30
30	205 ^a	81	0,3	32
36	210 ^a	78	0,1	24
Soja comercial	---	78	0,1	-

SALUD INTESTINAL

El tracto gastrointestinal es uno de los mayores componentes del sistema inmunitario así como la superficie por la que los nutrientes entran en el cuerpo. A este respecto recomendamos el artículo de revisión de Koutsos y Arias sobre ecología intestinal en el que se repasan conceptos muy interesantes a la hora de comprender qué deberíamos ir buscando a la hora de mantener el ave sana, productiva y con el mínimo gasto metabólico, así como las interrelaciones entre nutrición, inmunidad, microbismo y las diferentes secciones del tracto digestivo. De dicho artículo entresacamos algunos conceptos que nos van a ayudar a comprender y a ir centrando mejor las implicaciones de los altos niveles de soja en las dietas avícolas:

- La proliferación de enterocitos , en vellosidades y criptas, en el ave es edad dependiente, mayor a la eclosión y menor en aves maduras.
- El enterocito migra de la cripta a la vellosidad en 72-96 h, dependiendo de nuevo de la edad, al mismo tiempo que desarrolla una interesante actividad enzimática: disacaridasas y alcalino fosfatasa.
- Las bacterias patógenas van a competir por los nutrientes con el ave, pueden producir toxinas y regulan la producción secretora de la mucosa, p.ej. mucina.
- Cuando hay una respuesta inflamatoria en el intestino el metabolismo cambia de anabolismo, crecimiento muscular y óseo, a reacción de fase aguda y catabolismo. La reducción de estos procesos inflamatorios, regulando el microbismo y estimulando el desarrollo intestinal, conlleva el uso de los nutrientes en procesos de crecimiento y no de reparación.
- A nivel histológico un crecimiento de células caliciformes nos va a indicar por lo general un incremento de población bacteriana, al producirse más mucina como respuesta protectora del intestino frente a una agresión. Una secreción excesiva de mucina va a dificultar el paso de nutrientes a través del enterocito. Una cantidad de mucina es siempre necesaria en el lumen intestinal pero no está claro cuál debe ser el espesor adecuado para proteger y no convertirse en un gasto metabólico.

Aunque a título totalmente orientativo, ya que la revisión pormenorizada de algunos de los datos puede generar controversia, reflejamos los datos de Van der Klis y Jansman sobre valores fisiológicos de “salud intestinal” en aves, sin diferenciar especies ni edades, factores a nuestro entender, sobre todo el último imprescindible a la hora de valorar resultados analíticos dada la especial sensibilidad de las aves jóvenes a los FAN, y los efectos que éstos pueden tener sobre los diferentes parámetros analizados(altura de vellosidades, número de enterocitos,...).

Valores normales de diferentes parámetros gastrointestinales en aves sanas

	<i>Media</i>	<i>Error Standard</i>
Digestión		
Actividad enzimática lumen	-----	----
Actividad enzimática borde cepillo		
Sucrasa, U/g	156	35
Maltasa, U/g	944	224
Alcalino fosfatasa, U/g	116	24
Glutamilttransferasa, U/g	1.790	320
Absorción		
Morfometría		
	612	61
Profundidad criptas (yeyuno) μm	188	25
Anchura de las vellosidades (yeyuno) μm	111	16
Enterocitos por vellosidad	848	189
Enterocitos por μm vellosidad	1,34	0,13
Función barrera		
Producción de mucus (U/g quimo)	15	----
Condiciones físico-químicas		
pH, duodeno	5,5 - 6,2	----
pH, yeyuno	5,8 - 6,9	----
pH, ileon	6,3 - 8,0	----
Viscosidad, yeyuno, mPas	1,2 - 10,0	----
Tiempo retención, yeyuno, min	71 – 84	----
Otras		
Actividad microbiana		
Concentración ATP (yeyuno), mmol/l	1,9	0,5
AGV concentración (ID), mmol/Kg	7,8 - 25,5	----
Sales biliares concentración (ID), mmol/g	11,7 - 14,4	----

Van der Klis y Jansman, 2002

FORMULACIÓN DE DIETAS AVÍCOLAS EN LA UE

En la actualidad las restricciones en cuanto al uso de materias primas, ya sea por imperativo legal o de mercado, conllevan una utilización “masiva” de soja en las dietas avícolas. Podemos cifrar entre un 30-50% más la soja empleada actualmente al compararla con años anteriores a la prohibición de las harinas animales en alimentación animal.

A ello hay que añadir los requerimientos mayores de las estirpes genéticas de pollos, y el no funcionamiento de algunos productos empleados como alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento (AAPC), bien por no ser efectivos frente a los desafíos actuales, o por estar siendo empleados a dosis subóptimas. Habría que constatar si al igual que en cerdos, se ha incrementado el uso de antibióticos con destino terapéutico frente al que se venía empleando como promotor de crecimiento.

El conjunto de esos factores más todos los vistos en relación a las características de la soja en la parte previa de este escrito nos llevan a la situación actual que se da en la avicultura de carne con inflamaciones inespecíficas en intestino, duodeno y yeyuno, en edades tempranas que pueden complicarse o no con patógenos, *Clostridium spp*, que se encuentran favorecidos por el no funcionamiento de algunas AAPC y por los niveles elevados de nitrógeno que está llegando a ciego favoreciendo a las bacterias proteolíticas entre las que destaca la bacteria productora de la enteritis necrótica. Si no se complica con bacterias sólo la reacción inflamatoria intestinal, la renovación del epitelio intestinal y la producción de mecanismos compensadores como por ejemplo el incremento de producción de mucina en el borde en cepillo del entericito, van a suponer un gasto metabólico que se ha de detraer del crecimiento y del índice de conversión.

Hay varias maneras de limitar las implicaciones negativas que pueden producirse por la inclusión elevada de soja en las dietas avícolas, principalmente en las primeras semanas de vida del ave. Para ello es necesario un esfuerzo investigador para conocer mejor el uso que de esta leguminosa hace en el intestino, qué factores son los que afectan a la mucosa intestinal, qué se va afectar en ella, si es un solo factor antinutricional o es la suma de varios como es la opinión del autor y que coste metabólico tiene todo el proceso de inflamación y reparación.

El epitelio intestinal se regenera cada 4 días de manera fisiológica, el gasto de mantenimiento es enorme, si encima hay que reparar tejido dañado podemos imaginar el panorama. En las ecuaciones de predicción energética para aves estaremos incrementando de manera importante la fracción destinada al mantenimiento. El ave podrá en algunos casos aumentar el consumo dependiendo del tipo de proceso patológico o tendrá que reducir su potencial genético de crecimiento y eficiencia alimenticia para compartir nutrientes con otros procesos reparadores.

Una valoración de nutrientes en heces, aunque burda, a nivel práctico puede darnos una orientación sobre la eficacia digestiva del pollo en cuanto a la fracción proteica, p. ej. Evidentemente hay una parte que encontraremos en los análisis que corresponde a proteína bacteriana y descamaciones celulares, pero si tenemos un incremento de nitrógeno en heces, podemos pensar en algún problema ligado a la absorción de este nutriente. En los análisis de este tipo que realizamos en nuestro laboratorio la impresión es que seguimos teniendo un margen amplio para reducir los niveles de proteína bruta en las raciones para aves de carne. La formulación en base a proteína ideal, la aparición de más aminoácidos comerciales a precios razonables, la existencia de más datos bibliográficos así como la evolución de las técnicas analíticas nos parecen una de las herramientas imprescindibles a la hora de minimizar riesgos derivados de la inclusión de soja a niveles elevados.

Evitar los factores predisponentes para una proliferación bacteriana indeseada debe ser uno de los pensamientos del nutricionista. Nutrición como elemento profiláctico y no meramente productivo. En una simple hoja de formulación se deben conjugar los intereses del matadero, la máxima producción con el menor riesgo sanitario, con la situación sanitaria del campo, y la fábrica de pienso.

El control de calidad de la materia prima debería ser más exhaustivo, al fin y al cabo entre cereal y soja, nos jugamos el 80-85% de nuestra dieta avícola. A este respecto recomendamos revisar las ponencias que sobre la soja celebró el pasado mes de mayo en Madrid CESFAC.

¿Humedad, proteína y fibra en una soja?...y azúcares, y FAN. Eso debe marcar nuestro criterio de compra y formulación para aves de carne. Y teniendo en cuenta que los valores guía de determinados FAN de la soja, nos vienen precisamente de USA y Brasil, principales productores de soja, y grandes productores de pollos y pavos con antibióticos promotores de crecimiento y harinas animales, no parece muy lógico seguir sus mismas recomendaciones prácticas en cuanto cuáles son los valores de aceptación de calidad de la soja. Lo que es bueno para ellos en unas condiciones de producción, no tiene porque ser válido para nosotros en condiciones de producción muy distintas.

Recordemos que hace unos años con un 20% de soja 47 más carne y pescado era posible formular dietas con el 20-22% de proteína bruta en arranque de pollitos, si pensamos lo mismo para pavos la situación es más desafiante aún. Hoy con los cambios citados anteriormente necesitamos mínimo un 30 % cuando no más de soja 47, según los requerimientos nutricionales que queramos seguir en primeras fases.

Una rápida cuenta de la vieja supone que para una soja 47 con unos niveles adecuados de FAN hace unos años, esa misma soja está suponiendo un desafío para el pollito ya que le hemos incrementado en un 40-50% la cantidad de FAN que el animal se está comiendo, y esto es lo que realmente nos debe importar. Con este panorama en el que a veces evidentemente toca remar contra el viento, parece que la dirección debe ser trabajar en la línea de crecimiento, conversión alimenticia y salud intestinal.

SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS

- **Materias primas alternativas:** sería la primera solución deseable pero ya hace unos años hablábamos en el Symposium de Córdoba sobre las alternativas proteicas a las harinas animales en avicultura, y entre ellas se encontraban numerosas materias primas que por desgracia no suelen estar muy presentes en los mercados al menos los últimos años. Cómo no, entre aquellas alternativas se encontraba la soja en sus diferentes variantes.
- **La digestibilidad de la soja** varía entre los diferentes orígenes (USA, Brasil, Argentina) para los pollos, así como también lo hace en función de la edad del ave. La energía metabolizable y la digestibilidad de los aminoácidos pueden incrementarse cuando pasamos de una harina de soja 44 a una de 48, a un concentrado de soja y más aún a un aislado de soja, probablemente debido a la menor o nula presencia de oligosacáridos y de otros FAN.
- **Genética:** existen sojas seleccionadas sin inhibidores de tripsina Kunitz y/o lectinas, resultando mejores cuando carecen de ambos FAN para pollitos, lo que vendría a señalar que es la suma de unos poquitos lo que produce el efecto nocivo en el pollo. Además las mejoras son más evidentes a los 21 días que a los 7 días, lo que indica que la sensibilidad de las aves de carne va disminuyendo con la edad siendo un período crítico la primera semana.

	control sin enzima	con proteasa
MS soluble total,g/kg	212,4 a	356,0 b
PB soluble,g/kg	90,5 a	318,7 b
FIT,mg/kg	3,55 a	3,08 b

Caine y col, 1998

- **Enzimas:** parece que las proteasas pueden tener interés para disminuir los FAN y las reacciones alérgicas en lechones. Así lo indican los trabajos de Caine con una subtilina (proteasa) en los que se aprecia el potencial de estas enzimas.
- **Materias primas “especiales”:** En dietas para primeros 7-10 días puedan estar indicados los concentrados de soja, aislados de soja o simplemente harinas de soja bien procesadas. Existen sojas fermentadas (SF) con *Aspergillus* o *Lactobacillus spp* que tienen un marcado efecto sobre la producción de enzimas intestinales y pancreáticas, así como en la morfología del tracto intestinal.

Las dietas SF en los trabajos de FEDNA, tuvieron mayor nivel de tripsina, lipasa y proteasa en el contenido intestinal en dietas de arranque de pollos. Al compararlo con los pollos control, los pollos SF tuvieron unos niveles menores de tripsina pancreática, lo que da una idea de que el ave no tuvo que incrementar las secreciones de tripsina en el páncreas para luchar contra los inhibidores de tripsina, por ser casi inexistentes en la SF. Los pollos que comían SF tuvieron menor excreción de nitrógeno ureico. La hipótesis es que la fermentación puede reducir los FAN, principalmente los inhibidores de la tripsina (2,63mg/g vs 0,0 mg/g), a la vez que disminuye el tamaño de los factores antigénicos, glicinina y beta-conglicinina, a pequeños péptidos absorbibles.

- **Formulación en base a proteína ideal:** es una de las herramientas básicas, ya que nos vamos aproximando con ella a las necesidades del ave, si bien todavía queda un gran recorrido. Al premiar la digestibilidad y el empleo de aminoácidos sintéticos se disminuye la dependencia de la soja consiguiendo reducir los niveles de inclusión un 10-15%. Se disminuye el nitrógeno que llega al ciego disminuyendo las fermentaciones indeseables.
- **Análisis de soja:** los desarrollos con tecnología NIRS cada día son más aplicables a la industria de piensos compuestos pudiéndose enseñar a medir “casi todo” al aparato. Por ejemplo, es posible diferenciar sojas según su origen, USA, Brasil o Argentina por tecnología NIRS. Si el NIRS detecta diferencias, es que las hay por diferente tipo de semilla, clima, procesado,... con lo que el valor nutricional también será diferente. La consistencia de la ecuación de calibración es el factor limitante en su empleo pero su aplicación y empleo en el control de calidad de la soja debe ir incrementando.
- **Formulación de piensos por fases:** prestando mayor atención a la primera semana de vida que cada vez representa más en proporción con respecto al período global de engorde, y por otra parte es la fase más sensible del pollito por su inmadurez digestiva.

- **Aditivos:** el empleo de aditivos como el butirato sódico o la glutamina con un papel claro sobre el trofismo del enterocito, al tiempo que como en el caso del butirato, nos va ayudar a controlar parte de la flora patógena e incrementar la flora lactobacilar, son herramientas útiles para compensar los efectos nocivos sobre la mucosa intestinal.
- **Soja sobreprocesada:** Una nota al respecto de la utilización de sojas sobreprocesadas, y aunque pueda parecer un “remedio de la abuela”, el trabajo de Aburto y col indica que aunque no deban emplearse sobre todo en pollitos jóvenes es posible usarlas cuando tienen una solubilidad proteica en KOH entre el 55 y el 70%, soja sobreprocesada, suplementando con lisina sintética que es el aminoácido que más se deteriora.

	peso vivo	consumo	IC
control (A)	409 e	550 b	1,35 a,b
control+0,12 lys	444 a,b	571 b	1,29 c
sobreprocesada (B)	390 f	512 c	1,32 a,b,c
sobreprocesada+0,04%lys	410 e	550 b	1,34 a,b
sobreprocesada+0,08%lys	423 d	568 b	1,34 a,b
sobreprocesada+0,12%lys	435 c	564 b	1,30 b,c
sobreprocesada+0,16%lys	446 a	571 b	1,28 c
sobreprocesada+0,2%lys	440 b,c	600 a	1,36 a

(A) solubilidad proteica en KOH: 80%

(B) solubilidad proteica en KOH: 66%

Aburto y col, 1998

CONCLUSIONES

La situación de materias primas en la UE, por legislación o por escasez de alternativas, ha llevado a un uso masivo de soja en las dietas avícolas, lo que en determinadas fases de la vida del ave, sobre todo en las primeras semanas, y dependiendo del tipo de producto de soja y de su procesado y niveles de FAN, puede restar rendimiento a las aves al matadero cuando no ser factor predisponente para procesos patológicos como p.ej. la enteritis necrótica.

Con todo ello se hace preciso una valoración exhaustiva de la soja en cuanto a sus valores nutricionales y antinutricionales para cuidar del “ecosistema” intestinal, desarrollar métodos fiables y sencillos para el análisis de aquella, emplear aditivos que favorezcan el trofismo del enterocito, formular en base a proteína ideal para disminuir el aporte de nitrógeno al intestino, comprar la soja en función de su calidad y no sólo de su contenido proteico, así como reevaluar los valores guía de los FAN aceptables en la soja a la situación de producción avícola en la UE, y cuando sea posible diversificar las fuentes de proteína.

BIBLIOGRAFÍA

- ABURTO, A., VÁZQUEZ, M. y DALE, N.M. (1998a).** Strategies for utilization of overprocessed soybean meal. I aminoacid supplementation, choline content and metabolizable energy. *J. Applied Poultry Research*, **7**: 189-195
- ABURTO, A., VÁZQUEZ, M. y DALE, N.M. (1998b).** Strategies for utilization of overprocessed soybean meal. II Lysine supplementation. *Journal of Applied Poultry Research*, **7**: 196-201.
- BATAL, A.B. y PARSONS, C.M. (2003).** Utilization of different soy products as affected by age in chicks. *Poultry Science*, **82**: 454-462
- DE COCA-SINOVA, A. y col. (2008)** Apparent ileal digestibility of energy, and aminoacids of soybean meals of different origins for broilers. *Poultry Science*, **87**: 2613-2623
- DOUGLAS, M.W., PARSONS C.M. y M. BEDFORD, M. (2000).** Effect of various soybean meal sources and Avyzime on chick growth performance and ileal digestible energy. *J. Applied Poultry Research*, **9**: 74-80
- DURÁN, R. (1999)** Enzimas exógenos, sus efectos sobre la nutrición y la flora microbiana intestinal del lechón destetado. *Technical information Danisco*
- DURIGAN, J.F. y col.** Antinutritional factors and toxicity in raw dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) of 12 Brazilian cultivars. *Journal of Food Biochemistry* **11(3)**:185-200
- FASINA, Y.O. y col. (2006).** Respuesta de pavipollos a los niveles de lectina de soja típicamente encontrados en dietas comerciales 2. Efecto sobre el desarrollo intestinal y de órganos linfáticos. *Poultry Science*, **85**: 870-877
- FENG, J. y col. (2007).** Effects of fermented soybean meal on digestive enzyme activities and intestinal morphology in broilers. *Poultry Science*, **86**: 1149-1154
- FORDER R.E A. y col.(2007).** Modulación Bacteriana de las Células Caliciformes del Intestino Delgado y la Composición de Mucina Durante el Desarrollo Temprano Posteclosión de las Aves de Corral. *Poultry Sci. Assoc.*
- GORROCHATEGUI, M., GARCÍA REBOLLAR, P. y G. GONZÁLEZ MATEOS, G. (2009).** Ciclo de conferencias sobre soja. *CESFAC*, Madrid
- IPHARRAGUERRE, I.R. (2006)** Utilización de la soja en la alimentación animal: desafíos y oportunidades. *MERCOSOJA 2006 - 3º Congreso de Soja del Mercosur .27 al 30 de Junio de 2006. Rosario, Santa Fe, Argentina.*
- KOUTSOS, E.A. y ARIAS V.J. (2006).** Intestinal ecology: interactions between gastrointestinal tract, nutrition and the microflora. *Journal of Applied Poultry Research*. **15**: 161-173.
- LÁZARO, R., PÉREZ SERRANO, M. y GONZÁLEZ MATEOS, G. (2003).** Control de calidad de derivados en soja en España: Harinas, habas y concentrados. *Rev Ganadería*. **Nº 23**: 63-67.
- LÁZARO, R., C. LÓPEZ-BOTE, C. y GARCÍA, D. (2002)** *Materias primas alternativas a las proteínas animales. Mundo Ganadero, abril*, pp 60-65
- MÉNDEZ, A. y col. (2004).** La Concanavalina A reduce la Energía Metabolizable Verdadera del maíz. *Zootecnia Tropical*. **22(3)**: 251-263
- MÉNDEZ, A. y GARCÍA, G. (2001).** Patrón de secreción de mucosustancias en el tracto intestinal de pollos de engorde durante su ciclo productivo. *Rev. Fac. Cs. Vets. - UCV*. **42 (3-4)**: 101-108
- OLGUÍN. M.C. y col (1999).** Alteraciones intestinales y disminución del crecimiento en ratas prepúberes alimentadas con soja. *Medicina (Buenos Aires)*, **59**: 747-752.

DE OLIVEIRA, P.B. y col. (2000). Influência de Fatores Antinutricionais da Leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningham*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) Sobre o Epitélio Intestinal e o Desempenho de Frangos de Corte. *Rev. Bras. Zootec.* **vol.29** no.6 Viçosa.

ORTIZ, A. (2001). Alternativas a las fuentes de proteína de origen animal. *Memoria XXXVIII Symposium científico de Avicultura, Sección española WPSA, Córdoba, pp. 77-97.*

PIAT, D.C.M. (1999). Las tortas de soja en la alimentación animal.

WALDROUP, P.W. y col. (2006). The effects of levels of alphagalactosidase enzyme on performance of broilers fed diets based on corn and soybean meal. *Journal of Applied Poultry Research*, **15**: 48-57.