

Uso de enzimas para la mejora de dietas avícolas

■ MARIA F. SOTO-SALANOVA⁽¹⁾. CRAIG L. WYATT⁽²⁾.

Estudio sobre el uso de enzimas en las dietas para broilers, ponedoras y pavos

La adecuada utilización de enzimas puede mejorar la digestibilidad de toda la dieta

El uso de enzimas exógenas puede influenciar marcadamente sobre la digestibilidad de los ingredientes y la dieta. Esto sugiere que la capacidad digestiva del ave está generalmente comprometida, y ciertamente es así en el caso de pollitos jóvenes donde la producción (o la actividad) de enzimas endógenos puede ser baja, y una alta viscosidad intestinal puede comprometer la eficacia digestiva del intestino.

La complementación del propio sistema enzimático de las aves y la hidrólisis de los polisacáridos que crean viscosidad puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes en los pollitos alimentados con cereales con alta viscosidad.

La presencia de lectinas e inhibidores de tripsinas (en leguminosas) o de polisacáridos amiláceos (en granos) en la dieta, puede afectar enormemente la capacidad digestiva de más de un ave adulta.

Estos factores pueden disminuir la digestibilidad de la proteína e incrementar la producción de enzimas endógenas llevando consigo un exceso en el consumo de energía que disminuye la eficacia del ave.

Además, la alteración de los perfiles de fermentación en el tracto digestivo de las aves después de haberles suministrado enzimas puede beneficiar significativamente los resultados del aprovechamiento de los nutrientes entre el animal y los microorganismos intestinales.

La alimentación con enzimas actúa directamente sobre los sustratos del ali-



La alimentación con enzimas actúa directamente sobre los sustratos del alimento.

mento pudiendo desplazar la fermentación de la fibra a las zonas más bajas del tracto intestinal, produciendo en el ciego cortes en las cadenas de carbohidratos alterando la población microbiana y

pudiendo así reducir los peligros inmunológicos.

Si bien la alimentación con enzimas ha sido desarrollada pensando en cereales específicos, la respuesta a la utilización de

CUADRO I. COMPLEMENTACION ENZIMATICA DE XILANASA EN LA DIGESTIBILIDAD ILEAL DE LOS NUTRIENTES EN DIETAS DE TRIGO (*)

Digestibilidad aparente ileal (%)	Control	+ Xilanasas	% Mejora	P valor para efecto Xilanasas
Energía	67,4	73,1	+8%	0,02
Proteína	72,1	77,3	+7%	0,01
Lisina	80,8	87,1	+8%	<0,001
Metionina	76,8	84,3	+10%	0,03
Cisteína	48,2	65,6	+36%	0,05
Treonina	65,8	74,4	+13%	<0,001

(*) En broilers de 21 días de edad.

(1) Finnfeeds International Ltd. Madrid, España

(2) Finnfeeds International, Inc. Fenton, Missouri, USA.



En Europa uno de cada tres lechones consume

LUCTAROM®

Aumenta el consumo de pienso de iniciación un 9%

Índice de Preferencia*: 1.6

*Consumo relativo de pienso con Luctarom en relación al control

Mayor flexibilidad en el uso de ingredientes

Sólo LUCTA le puede ofrecer LUCTAROM
Solicite su LUCTAROM hoy mismo

LUCTA, líder mundial en aromatizantes para piensos



LUCTA, S. A. - División de Zootecnia. Ctra. Masnou-Granollers km 12.4 - 08170 Montornés del Vallés
(Barcelona) - España. Tel: (343) 8456116 - Fax: (343) 8459812 - E-Mail: feedadd.sp@lucta.com



enzimas puede ser muy variable incluso dentro del mismo tipo de grano. Esto queda reflejado en el informe de Classen el at. 1995, (**gráfico 1**) en el que la adición de enzima (xilanasas) aumentó en todos los casos la energía dietética disponible en el intestino delgado procedente de las diferentes clases de trigo.

Probablemente, lo más importante es que este complejo enzimático también reduce significativamente la variabilidad entre las muestras de trigo [ED ileal: control= 3.103 kcal/kg $\pm$ 148 (1.410 kcal/lb) vs. + enzima= 3.379 kcal/kg $\pm$ 82 (1536 kcal/lb)]. Los trigos de alta viscosidad responden mejor a la adición de enzimas que trigos de alta calidad (baja viscosidad).

Evidentemente, la digestión de los nutrientes fue más comprometida en esta fórmula comparada con la anterior y está directamente relacionada con la viscosidad de la digesta. La capacidad de los enzimas para reducir la viscosidad del sustrato y romper la pared celular tiene incluso un efecto directo en la absorción de los nutrientes de la dieta, especialmente aminoácidos y grasa.

La mejora en la digestión se reflejó claramente en el crecimiento y en los resultados del Índice de Conversión obtenidos en broilers alimentados con diferentes clases de trigo. El índice de conversión fue mejorado desde $1,90 \pm 0,14$ a $1,76 \pm 0,05$ con la adición de enzimas en dietas suministradas desde los 7 a los 22 días de edad (Classen et al., 1995).

Los resultados obtenidos trabajando con 17 muestras de cebada son similares a los obtenidos con trigo (no aparecen en el informe). La mejora de la digestibilidad de la energía ileal y la reducción de la variabilidad entre las muestras de cebada fue, si acaso, más drástica cuando se usó el enzima apropiado que en el caso de trigo [ED ileal: control - 2.750 kcal/kg $\pm$



La adición de enzimas puede aumentar temporalmente la producción de huevos.

124 (1.250 kcal/lb) vs. + enzima - 3.063 kcal/kg $\pm$ 87 (1.392 kcal/lb). Por lo tanto, una característica importante de los enzimas usados en dietas basadas en trigo o cebada es el de conseguir un valor nutricional más consistente entre las diferentes muestras de grano.

Basándonos en un gran número de estudios de crecimiento y digestibilidad (p.e.: Bedford and Morgan, 1996; Schutte, 1995), el nutricionista puede sacar partido de los beneficios nutricionales de la xilanasas usada en dietas de trigo, y de la β -glucanasa usada en dietas de cebada, utilizando dos alternativas. La primera opción es añadir el enzima «a mayores» en una fórmula existente, resultando un reforzamiento nutricional para mejorar los resultados. En el caso del trigo, la media en los broilers alimentados con enzimas se mejoró para el IC en un 3,6% en el primer período, y de un 4,9% durante el período de crecimiento. Esto fue recogido

en un resumen de 14 pruebas por Bedford y Morgan (1996).

La otra alternativa es reducir los costes de la formulación de la dieta a través de ajustes en el valor nutricional del cereal (e.j.: trigo y cebada) en la matriz de formulación. Para broilers, el valor de la EMA del trigo puede ser incrementado en un 6% (y el de la cebada un 10%) hasta un nivel máximo de 3.250 kcal/kg, y los valores de la proteína y aminoácidos en un 10% (15% en la cebada) sin ningún efecto negativo en los resultados.

Esto ha sido repetidamente probado y ahora se está llevando a cabo en países donde el trigo y la cebada se encuentran a precios más competitivos que el maíz.

Modo de acción

La adecuada utilización de enzimas puede mejorar la digestibilidad de toda la dieta y reducir la variabilidad entre los ingredientes de la dieta siguiendo uno o más de los siguientes modos de acción:

- Rompiendo la pared celular y permitiendo un mejor acceso de los enzimas digestivos endógenos a los nutrientes encapsulados. Los enzimas rompiendo y haciendo agujeros en las paredes celulares pueden jugar un importante papel mejorando la digestión del almidón y de los aminoácidos. Por otro lado, trabajos precedentes con cebada indicaron que la mejora de la digestibilidad de la grasa con la adición de enzimas provoca un aumento de la energía. Dado que la mayoría de la grasa de las dietas no procede de la cebada, la encapsulación de las paredes celulares no puede explicar del todo, si la mayoría de la respuesta se debe a la adición de β -glucanasas. Efectos similares

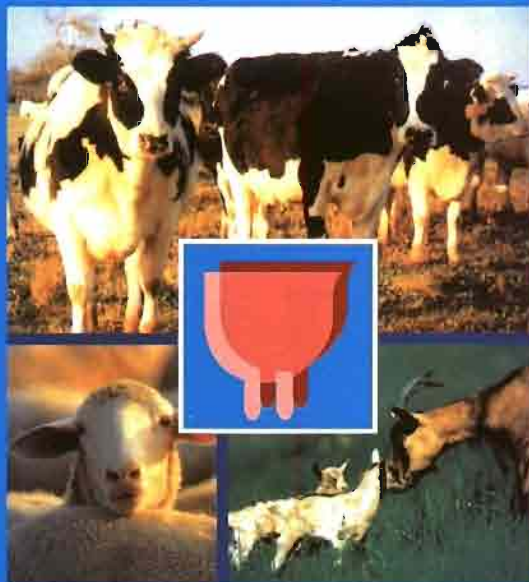
CUADRO II. DIGESTIBILIDAD DE LA GRASA Y RESULTADOS EN POLLOS ALIMENTADOS CON DIETAS CON SEBO O ACEITE DE SOJA (Dänicke et al. 95)

Fuente de grasa:	Aceite de soja:	Aceite de soja:	Sebo:	Sebo:
Xilanasas	No	Si	No	Si
Peso (21d)	681 ^a	761 ^b	128 ^c	665 ^a
IC (0-21d)	1.392 ^{ab}	1.266 ^b	2.449 ^c	1.474 ^a
Viscosidad yeyuno (mPa. s)	438	32	311	139
Digestibilidad grasa bruta (%)	82,3 ^a	87,3 ^a	34,0 ^b	51,0 ^c

Dietas conteniendo 60% de centeno, 10% de grasa añadida y mezcla de almidón de maíz y celulosa para mantener cada dieta isocalórica. a-c. P < 0,05.

CUADRO III. EFECTO DEL TIPO DE GRASA Y DE LA SUPLEMENTACION DE XILANASA EN EL HIGADO CON EL CONTENIDO DE VITAMINAS A Y E

Dieta	Vitamina A (mg/kg hígado)	Vitamina E (mg/kg hígado)
Aceite soja, sin enzima	3,150 $\pm$ 1,108	0,109 $\pm$ 0,044
Aceite soja, + enzima	6,026 $\pm$ 1,409	0,210 $\pm$ 0,121
Sebo, sin enzima	2,250 $\pm$ 0,952	0,102 $\pm$ 0,029
Sebo, + enzima	3,904 $\pm$ 1,227	0,125 $\pm$ 0,045



AYUDAMOS A CUMPLIR LA NUEVA NORMATIVA EUROPEA REFERIDA A CALIDAD SANITARIA DE LA LECHE



-  Amplio espectro de acción que cubre la práctica totalidad de los patógenos mamarios.
-  Actividad frente a gérmenes productores de penicilinasas.
-  Biodisponibilidad intramamaria excepcional.
-  Actuación inmediata resolviendo el proceso en 1-2 aplicaciones.

-  Posee un amplio espectro de acción.
-  Evita la creación de resistencias bacterianas, pues es resistente a las penicilinasas y contiene sólo un principio activo.
-  Se difunde perfectamente por todo el parénquima mamario.
-  Actividad terapéutica prolongada, con una duración de 4 semanas.
-  2 presentaciones adaptadas al tamaño de la explotación.




Vétoquinol

TENEMOS PRESENTE EL FUTURO

FICHA TÉCNICA:

MAXICEL: Antiféptico en suspensión intramamaria para el tratamiento de la mastitis durante el período de lactación en el ganado bovino, ovino y caprino de aptitud lechera. **COMPOSICIÓN:** Cada jeringa contiene: Cefalexina monohidrato 350 mg., Gentamicina (sulfato) 35 mg., excipiente oleoso, c. s. p. 10 ml. **PROPIEDADES:** La Cefalexina es un antibiótico perteneciente al grupo de las cefalosporinas de 1ª generación, de acción bactericida, amplio espectro y resistente a las penicilinasas. La Gentamicina es un antibiótico aminoglucósido, de acción bactericida, amplio espectro y también resistente a las penicilinasas. La unión de estos dos antibióticos crea un efecto sinérgico, que potencia la actividad de ambos. **INDICACIONES:** Tratamiento, por vía intramamaria, y en período de lactación de las mastitis producidas por cualquier tipo de germen, excepto las tuberculosas. **ESPECIES DE DESTINO:** Vacas, ovejas y cabras. **VÍA DE ADMINISTRACIÓN:** Maxicel se administrará vía intramamaria. **POSOLÓGIA:** Vacas: 1 jeringa por cuarterón cada 12-24 horas. Ovejas y cabras: 1/2 jeringa por cuarterón cada 12-24 horas. **CONTRAINDICACIONES:** La administración está contraindicada en los casos de sensibilidad a la Cefalexina y/o Gentamicina, aunque raramente se produce, ante la aparición de cualquier síntoma de intolerancia, suele ceder sin mayor trascendencia, al suspender la medicación. **EFFECTOS SECUNDARIOS:** La especialidad puede producir enrojecimiento local. **SOBREDOSIFICACIÓN:** La intoxicación por la especialidad es improbable. En caso de presentarse, podría aparecer depresión respiratoria, que se resuelve mediante la administración de sales alcalinas por vía intravenosa. **INTERACCIONES:** No se debe administrar con otro tratamiento intramamario. **PRECAUCIONES DE USO:** Tras introducir la cánula en el conducto del pezón y una vez vaciado el contenido de la jeringa, efectuar un suave masaje ascendente para favorecer la distribución de la suspensión por el tejido glandular. **PERÍODO DE SUPRESIÓN:** Leche: 4 días (8 ordeños) posteriores a la última aplicación. **CONSERVACIÓN:** Mantener en lugar fresco, seco y protegido de la luz. **PRESENTACIÓN:** Envase de 6 jeringas. **REGISTRO Nº 485/10.424 USO VETERINARIO. PRESCRIPCIÓN VETERINARIA.**

FICHA TÉCNICA:

MAXISEC: Antiféptico en suspensión intramamaria para el tratamiento de la mastitis durante el período de secado en el ganado bovino, ovino y caprino de aptitud lechera. **COMPOSICIÓN:** Cada jeringa contiene: Cloxacilina (benzatina) 500 mg., excipiente, c. s. p. 7g. **PROPIEDADES:** La Cloxacilina es un antibiótico β-lactámico perteneciente al grupo de las penicilinas semisintéticas que impide la síntesis de la pared celular bacteriana por inhibición de las enzimas transpeptidasas y carboxipeptidasas, provocando un desequilibrio osmótico que destruye a las bacterias. **INDICACIONES:** Tratamiento y profilaxis, por vía intramamaria, y en período de secado de las mastitis producidas por gérmenes sensibles a la Cloxacilina, y en especial las causadas por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, incluyendo cepas penicilina-resistentes. **ESPECIES DE DESTINO:** Vacas, ovejas y cabras. **VÍA DE ADMINISTRACIÓN:** Maxisec se administrará vía intramamaria. **POSOLÓGIA:** Vacas: 1 jeringa por cuarterón. Ovejas y cabras: 1/2 jeringa por cuarterón. **CONTRAINDICACIONES:** No administrar a animales con historial de hipersensibilidad a las penicilinas. Animales con historial conocido de alergia a las cefalosporinas deben ser tratados con especial atención. No administrar a hembras en lactación. **EFFECTOS SECUNDARIOS:** No se han descrito. **INTERACCIONES:** No administrar conjuntamente con antibióticos bacteriostáticos. **PRECAUCIONES DE USO:** El tratamiento debe efectuarse al inicio del período de secado. Después del ordeño a fondo, antes de aplicar el producto, el cuarterón y manos deben ser lavados con una solución antiséptica. Tras introducir la cánula en el conducto del pezón y una vez vaciado el contenido de la jeringa, efectuar un suave masaje ascendente para favorecer la distribución de la suspensión por el tejido glandular. **PERÍODO DE SUPRESIÓN:** Leche: 3 días (6 ordeños). **CONSERVACIÓN:** Mantener en lugar fresco, seco y protegido de la luz. **PRESENTACIÓN:** Envase de 4 jeringas. Envase de 100 jeringas en bolsitas de 4 jeringas. **REGISTRO Nº 485/10.947. USO VETERINARIO. PRESCRIPCIÓN VETERINARIA.**

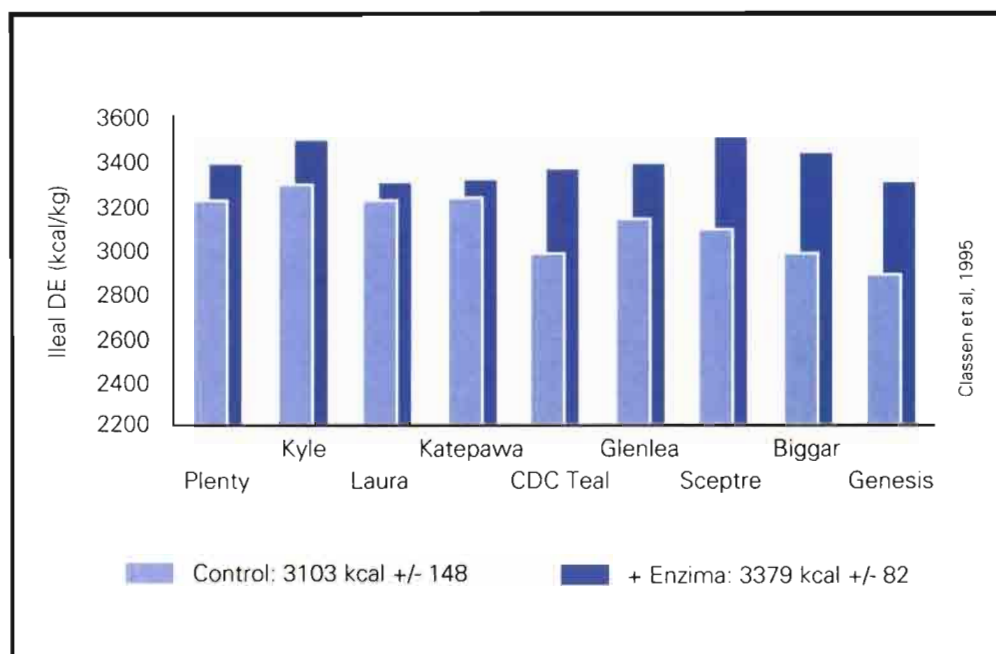


Fig. 1.-Influencia de la variedad de trigo y la suplementación enzimática sobre la ED ileal en broilers.

han sido observados en dietas basadas en centeno y trigo (Dänicke et al. 1995, Schuette 1995).

- Inactivando los factores antinutricionales encontrados en los cereales y en las fuentes de la proteína vegetal. Ha sido demostrado repetidamente que el problema surgido con la cebada y evitado con el uso de β -glucanasas es debido a la solubilidad y alta viscosidad del componente β -glucanásico que disuelve desde el endosperma de las paredes celulares e interfiere en la absorción de los nutrientes normales (barrera física) en el lumen. El efecto beneficioso de las xilanasas en el centeno y por supuesto en las dietas a base de trigo demostró ser un mecanismo similar a la reducción de viscosidad (Bedford & Classen, 1992), pero en este caso de los arabinosilanos, no de los β -glucanos, que son los primariamente responsables de elevar la viscosidad de la digesta. La reducción enzimática de la viscosidad intestinal mejora la digestión de los nutrientes reduciendo la fuerza en la difusión de todos los componentes involucrados en el proceso digestivo (**cuadro I**). La mejora general de la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos indica que el uso de enzi-

mas potencia tanto el cereal como el componente proteínico de la dieta.

La mejora de la energía digestible se debe a una mejor absorción de la grasa. La reducción de la viscosidad es sabido que tiene una mayor influencia en la digestión de grasas saturadas (e.j.: sebo de vacuno) comparado con los aceites vegetales no saturados (**cuadro II**). El hecho es que la digestión de sebo depende más de una buena emulsión que de una mayor solubilidad; aceite de soja complementado sugiere que los efectos negativos de la viscosidad son considerables. La absorción de los componentes solubles de la grasa, como las vitaminas A, D, E y pigmentos, puede esperarse que mejoren con la presencia de enzimas (**cuadro III**).

Las xilanasas son añadidas a las dietas a base de trigo para atajar el problema creado por los arabinosilanos. La siguiente escala de respuesta depende de algunos de los ingredientes no dietéticos del trigo, y particularmente de las fuentes y niveles de la grasa. Según aumenta la viscosidad de la digesta, la digestión de los ácidos grasos saturados es dañada más significativamente que la de ácidos grasos no saturados de cadena larga.

Parece ser que esta diferencia es debida a la gran dependencia de la emulsificación de la grasa saturada comparada con la grasa no saturada. Pasquier et al. (1996) demostraron claramente que la emulsificación de trioleína/fosfolípidos/colesterol y la consiguiente escala de lipólisis era mucho más dependiente de la solución viscosa y era independiente del tipo de goma usado para generar diferentes viscosidades (goma arábiga, pectinas y otras gomitas). Aumentando la solución viscosa de 1 a 4 mPa.s se reduce el porcentaje de emulsión de triglicéridos de un 80% a un 35% y se corta el área de emulsión en cuatro veces menos (**gráfico 2**). Estos datos sugieren que incluso viscosidades intestinales muy bajas (<5 mPa.s) tendrían un gran impacto en la digestibilidad de la dietas ricas en grasa (Pasquier et al, 1996), particularmente si las fuentes grasas necesitan de un gran esfuerzo externo para su emulsificación – e.j.: grasa saturada (e.j.: sebo).

Dietas marginales en vitamina A o E resultan más reforzadas de lo esperado por una mayor digestibilidad de la energía y la proteína. En muchas pruebas se ha demostrado que los resultados de pollos alimentados con dietas viscosas pueden mejorar significativamente añadiendo sales biliares y emulsificantes. Estas observaciones sugieren que la presencia de estos componentes podría mitigar la respuesta del enzima en algunas circunstancias.

- Suplementando el propio sistema enzimático del animal. Justo después de nacer, los pollos necesitan absorber y utilizar los nutrientes dietéticos. Para lograr este objetivo, el tracto gastrointestinal de los pollos necesita desarrollarse física y funcionalmente durante los primeros días de vida. Kantanbaf et al. (1988) encontró que el peso relativo de los órganos vitales (e.j.: pulmones, proventrículo, hígado, esófago, intestino delgado, corazón) de los pollitos aumentaban durante los primeros 10 días de vida, mientras que los elementos estructurales (pecho, alas, patas, plumas) aumentaban sólo después de 10 días de vida. La actividad amilásica del páncreas se triplicaba entre 1 y 10 días de edad, y la actividad de la tripsina y lipasa aumentaba entre 5 y 6 veces durante el mismo período. Parecidos resultados se dieron en la actividad de la maltasa y las sacarosas en pollos recién nacidos. Así, parece haber un período después de nacer en el que los enzimas digestivos (pancreáticos e intestinales) pueden no estar funcionando totalmente e incrementarse la tasa de actividad de éstos más despacio.

- Minimizando la fermentación bacteriana en el intestino delgado y fomentando la beneficiosa fermentación bacteriana en los ciegos (Bedford 1996b). Recientes

CUADRO IV. EFECTO DE LA ADICION DE ENZIMAS EN LA PRODUCCION DE HUEVOS Y GANANCIA DE PESO

30-42 semanas	Producción de huevos (%)	Ganancia de peso (g)
Cebada	82,8	12
Cebada + enzima	82,0	76
Trigo	86,0	32
Trigo + enzima	89,7	129
Trigo/cebada	82,1	56
Trigo/cebada + enzima	90,3	107

Finnfeeds Research Report, 2100/2300, AUS. 95. 02

investigaciones indican que la alimentación con enzimas altera la población microbiana como se puede comprobar tanto microscópicamente como con datos de ATP y VFA. La tendencia en la adición de enzimas en dietas de trigo lleva a la reducción de la población microbiana mientras al mismo tiempo se nota un incremento de la fermentación cecal (Bedford 1996a; Choct et al., 1996; Smits, 1996). Diversas investigaciones vienen indicando que, particularmente en dietas basada en centeno, el efecto negativo de la viscosidad de los granos puede ser combatida con el uso de antibióticos (Fernández et al. 1973; Vranges and Wenk, 1993). La demostración de la sinergia entre la mezcla de monensina y avoparcina con la xilanasa en dietas a base de trigo apunta otra vez a la interacción microbiana con la actividad de la xilanasa (Allen et al. 1996b).

Enzimas en dietas para ponedoras

Un buen crecimiento de las pollitas es esencial para obtener un buen desarrollo corporal en el momento que comienza el ciclo de puesta. Es bien sabido que los genotipos modernos tanto de gallinas «blancas» como «marrones» deben ser alimentadas *ad libitum* en su ciclo de vida especialmente en áreas cálidas. Un bajo peso al principio de la puesta puede conducir a problemas de mortalidad (e.j.: prolapso) y a una pobre producción. Sin embargo, todavía hay criadores de pollitas que se les paga de acuerdo al consumo alimenticio total, por lo que siguen estos productores racionando a las aves.

Muchos factores dietéticos como el contenido de fibra y su capacidad de retener agua (CRA) pueden tener un impacto directo en el consumo de alimento de estas aves jóvenes y cuya uniformidad se verá influenciada en el peso corporal a lo largo del tiempo de puesta. Los estudios *in vitro* han demostrado que la CRA de la fibra en ingredientes alternativos, como en salvado de trigo o harina de girasol, puede ser reducida con una alimentación suplementada con enzimas específicas. Con la adición de enzimas se consigue reducir el volumen del contenido de altos niveles de fibra soluble en el grano y así aumentaría la toma de alimento y por lo tanto aumentaría el peso corporal. Como se determinó en pollitos, la adición de enzimas mejoraría la digestión de los nutrientes dietéticos (e.j.: energía y aminoácidos) a través del mecanismo de reducción de la viscosidad intestinal y de contención de agua lo que minimizaría los potenciales problemas digestivos por alteración de la población de la microflora intestinal. La

adición de enzimas tendría beneficios adicionales como la reducción de la producción de yacijas y el contenido de humedad.

Pruebas llevadas a cabo por la compañía Finnfeeds International e institutos de desarrollo en Australia han demostrado

Estas mejoras en el ambiente intestinal y en la capacidad de los nutrientes producidas por la adición de enzimas aumenta la producción de huevos y la masa de huevo especialmente del albúmen total.

La mejora de los nutrientes grasos y grasas solubles observada en broilers con

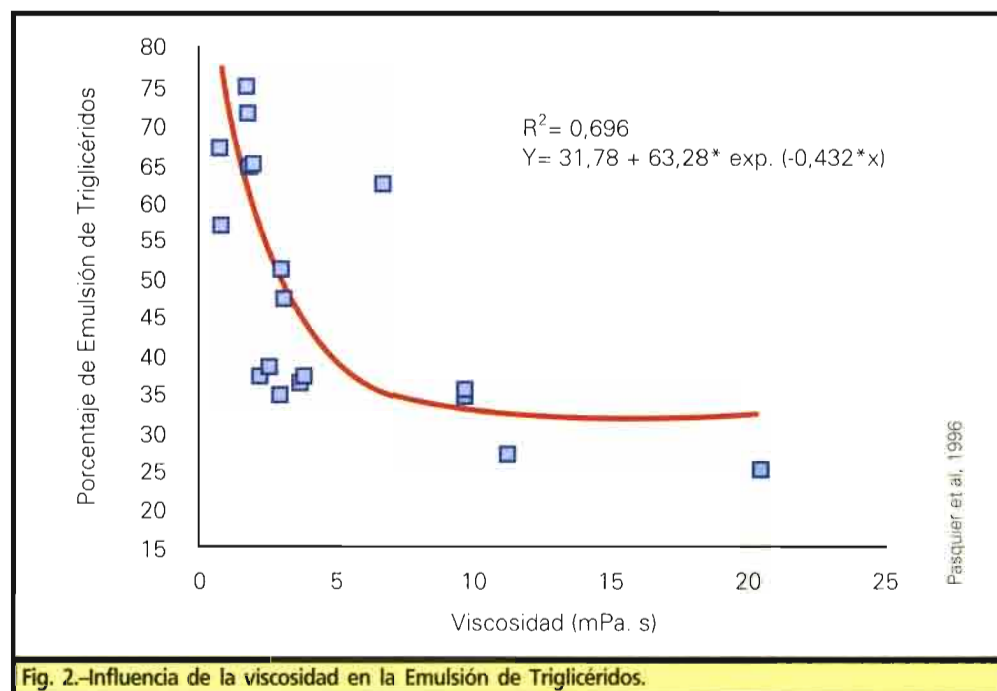


Fig. 2.—Influencia de la viscosidad en la Emulsión de Triglicéridos.

que la adición de enzimas puede aumentar tempranamente la producción de huevos en el ciclo de puesta permitiendo a la gallina alcanzar un buen peso corporal (**cuadro IV**). Adquiriendo tempranamente un buen peso corporal en el período de puesta, aseguraría una puesta más prolongada y un tamaño del huevo adecuado.

También, recientemente Jaroni y colaboradores (1997) encontraron que los nutrientes dietéticos pueden ser reforzados en una dieta para ponedoras de salvado de trigo (8 y 16% de salvado) con la adición de enzimas. El corte histológico del villi intestinal en el yeyuno de los pollos alimentados con salvado de trigo era más reducido y grueso comparado con los pollos alimentados con salvado y enzimas.

el uso de enzimas ha sido observada también en ponedoras. Una mejor absorción de las vitaminas solubles en grasas (vitamina D en particular) nos lleva a conseguir una mejor calidad de la cáscara del huevo, una mayor supervivencia de los pollitos al nacer debido a un mayor contenido de ácidos grasos y vitamina en la yema.

También, la adición de enzimas tiene un claro efecto en la absorción de pigmentos con mejoras similares a los niveles vistos en la digestión de grasa (de 0,5 a 1 en la escala de Roche). En Italia, donde los niveles naturales de pigmentación son muy altos, se cree que los pigmentos se deben reducir en la dieta alrededor de un 10 a 20% con la mejora de la adición de enzimas.

CUADRO V. EFECTOS DE LA ADICION DE ENZIMA⁽¹⁾ EN DIETAS PARA PAVOS BASADAS EN TRIGO

Edad (sem.)	Dieta	Peso corporal ± error std. (kg)	P valor	Indice Conv. ± error std.	P valor
8	Trigo	2,90 ± ,08		1,58 ± ,08	
	Trigo + enzima	3,11 ± ,07	,23	1,49 ± ,06	,40
12	Trigo	7,10 ± ,11		1,81 ± ,05	
	Trigo + enzima	7,35 ± ,06	,21	1,74 ± ,02	,12
16	Trigo	12,60 ± ,20		2,05 ± ,02	
	Trigo + enzima	12,83 ± ,09	,02	1,97 ± ,01	,05
20	Trigo	17,92 ± ,28		2,39 ± ,04	
	Trigo + enzima	18,03 ± ,16	,73	2,35 ± ,06	,69

(1) Avizyme 1300 (integrador de pavo en EE.UU.). 4 réplicas de 75 pavo machos por tratamiento; 420 servicios de refugio.



El uso de enzimas en dietas de pavos ahorra la utilización de proteínas caras.

Enzimas en dietas de pavos

La producción comercial de pavos normalmente padece de incidencias de tipo digestivo, lo que produce consecuencias negativas en las condiciones de la cama, calidad de patas y canales dañadas.

La capacidad de la xilanasas/β-glucanas de reducir la viscosidad en dietas basadas en trigo y cebada puede aliviar los potenciales problemas digestivos similares a los encontrados anteriormente en broilers. Esto viene determinado por las medidas de la viscosidad de la digesta hecha en pavos a diferentes edades (Bedford, datos no publicados), y está correlacionado con las experiencias prácticas observadas en los países europeos que usan regularmente dietas basadas en trigo.

En una prueba reciente en EE.UU. en

la que el uso del mayor cereal fue trigo confirmó estos aspectos positivos de la adición de enzimas (**cuadro V**). Después de haber sido alimentados durante 4 semanas con dietas que contenían un aumento de trigo del 40 al 75%, la adición de xilanasas mejoró el crecimiento y el índice de conversión. Si bien las diferencias del peso corporal de alguna manera se redujeron durante el último periodo, los efectos del enzima consiguen un mejor índice de conversión así como una menor variabilidad en los pesos corporales.

Otro aliciente para el uso de enzimas en dietas de iniciación de pavos es el ahorro efectivo en la utilización de proteínas dietéticas caras. Hemos visto anteriormente que el pavo joven puede no siempre producir sus propias enzimas endógenas en las cantidades adecuadas (Krogdahl

y Sell 1989). Mientras el pavipollo tiene una capacidad limitada para digerir las grasas, particularmente grasas saturadas, (e.j.: Sell et al. 1986), menos atención han sido puesta en las posibles limitaciones de la digestión de proteínas y aminoácidos. De hecho, Krogdahl and Sell (1989) demostraron que había una muy baja actividad de proteasa endógena durante las 3 a 4 primeras semanas de vida, la cual aumentaba rápidamente a las 8 semanas. El período de edad con uno de los mayores requisitos dietéticos en aminoácidos coincide con el período más bajo de producción de enzimas para proteasa.

Con la harina de soja como fuente predominante de proteína y aminoácidos en estas dietas, su calidad es de vital importancia. Recientes investigaciones se centran en los efectos de enzimas específicos que han podido alterar la calidad de la soja en pollos y pavos. La harina de soja puede contener altos niveles residuales de factores antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, lectinas y proteínas antigénicas. Los inhibidores de tripsina reducen la digestibilidad de la proteína a través de la interacción de la capacidad proteolítica de los propios animales, lo que conduce a una excesiva producción de tripsina y quimotripsina. Lectinas se adhieren a las paredes intestinales, causando irritación, inflamación e incluso pueden producir respuestas inmunes. Los efectos inflamatorios tales como el aumento de la pared del lumen y la producción de mucina puede llevar a una menor digestibilidad de la proteína, causada sobre todo mayormente por el incremento de pérdidas endógenas (**cuadro VI**).

Esta revisión demuestra las mejoras en la eficacia alimentaria durante el crecimiento temprano de pavos. Comparado con las típicas viscosidades recopiladas en broilers, la digesta en pavipollos fue menos viscosa, aunque la viscosidad de la digesta fue reducida por la adición de enzimas.

El presente concepto fue recientemente extendido a los alimentos de iniciación a base de maíz y soja, en un esfuerzo de comprobar si el enzima era también efectivo en dietas de baja viscosidad. Los datos mostrados en el **cuadro VII** evidencian que los pavos alimentados con dicha dieta hasta las 6 semanas de edad respondieron a la adición del enzima con una mejora de peso corporal y para un índice de conversión corregido. Con más pruebas en dietas de maíz/soja pendientes, parece que el concepto de xilanasas/proteasa es efectivo en varios tipos de dietas de iniciación independientemente del tipo de cereal usado. ■

CUADRO VI. EFECTOS DE LA ADICION DE ENZIMA EN DIETAS DE INICIO BASADAS EN TRIGO. RESUMEN DE TRES PRUEBAS

Prueba	# 1		# 2		# 3	
Lugar	Scot. Agric. Coll. Auchincruive, UK		Harper Adams Coll., Newport, UK		Roslin Institute, Edinburgh, UK	
Pollos	BUT 8 gallinas		BUT 8 gallinas		BUT 8 toms	
Edad	8-21 d		0-42 d		0-35 d	
	Control	+ Enzima	Control	+ Enzima	Control	+ Enzima
Ganancia de peso	340	330	3.297	3.339	512	513
Índice de conversión	2,14 ^a	1,84 ^b	1,69	1,65	1,73	1,68
Viscosidad cPs	3,9	2,7	4,6 ^a	3,9 ^b	4,0	3,2

(1) Avizyme 3300. ^{a-b}p < 0,05

CUADRO VII. EFECTOS DE LA ADICION DE ENZIMA EN UNA DIETA COMERCIAL DE INICIO PARA PAVOS BASADA EN MAIZ/SOJA

	Control	+ Enzima ⁽¹⁾
Viscosidad de la digesta, cPs (d 42)	3,24	2,80
Ganancia de peso, g	3.547	3.702
Índice de conversión	1,769	1,748
Índice de conversión, cor. a 3.500 g	1,755	1,687

Avizyme 1500. Estadísticas pendientes. (BUT pavos, 0-42 días de edad).