

AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE MAÍZ Y SOJA

Bernardo F. Iglesias, Jorge Azcona, Marcelo J. Schang y Viviana Charriere*. 2015.
Vº Congreso Argentino de Nutrición Animal, CAENA 2015 .

*Sección Aves, INTA EEA Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

(Actualización del trabajo presentado en “XXIIIº Congreso Latinoamericano de Avicultura”).

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos de los animales](#)

INTRODUCCIÓN

El costo de alimentación representa el 60-70% de los costos de producción (Leeson & Summers, 2005). El maíz y la soja juegan, en la actualidad, un papel preponderante en las dietas de aves de postura y carne y otras especies de interés zootécnico. En el caso del maíz, diversos factores (genética, ambiente, fertilización, etc.) pueden modificar el contenido y disponibilidad de sus nutrientes. La soja, por su parte, suma a esos factores aspectos relacionados con la presencia de factores antinutricionales y los efectos de variaciones en las condiciones de procesamiento.

La Argentina es uno de los principales productores y proveedores mundiales de ambos ingredientes. Todo esfuerzo para generar información que permita mejorar los niveles de utilización de los nutrientes del maíz y la soja, redundará en beneficios para su utilización, tanto a nivel interno, como para el mercado externo.

El objetivo de este trabajo es presentar información actualizada sobre las variaciones y las posibilidades de mejora nutricional del maíz y la soja.

METODOLOGÍA

Los resultados aquí descriptos han sido originados en diversas evaluaciones conducidas en la Sección Avicultura del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Pergamino, Buenos Aires, Argentina, en combinación con otras instituciones públicas y empresas privadas del sector.

RESULTADOS

1 - MAÍZ

Evolución en el tiempo según germoplasma

Los resultados presentados en el Cuadro 1 muestran que las diferencias en el contenido de Energía Bruta (EB) y de Energía Metabolizable Verdadera (EMV) (Sibbald, 1976) de maíces de germoplasma “Duro” o “Flint” y el de aquellos de tipo “Dentado” o “Amarillo” tienden a disminuir a lo largo del tiempo.

Cuadro 1. Evolución del contenido de energía del maíz en el tiempo

Tipo de Maíz	EB				EMV				Coef. Utilización			
	1991	1998	2007	2014	1991	1998	2007	2014	1991	1998	2007	2014
	Kcal/kg											
Dentado	3949	3963	3940	3999	3516	3600	3545	3632	89.0	90.9	90.0	90.8
Duro	4080	4016	3954	4025	3723	3664	3600	3682	91.3	91.2	91.0	91.5
Diferencia	131	53	14	26	207	64	55	50	2.3	0.3	1.0	0.7

1991: Bonino et al. (1991); 1998: Schang et al. (1999); 2007: Azcona et al. (2007); 2014: Tassarolo (2014).

Datos referidos a 88% de materia seca.

Los valores de EB y EMV del maíz “Dentado” se han mantenido relativamente estables a lo largo del tiempo, mientras que el maíz “Duro” muestra una declinación en EMV, no así en EB. Este resultado sería consecuencia de la incorporación de “sangre tipo Dentado” a los maíces “Duros” como alternativa para incrementar los rendimientos agronómicos (kilogramos por hectárea). Por otro lado en los datos de 2014 se observó un incremento en los valores de EMV, tanto para maíces “Dentados” como “Duros”, y esto estaría asociado al nivel de tecnología aplicado (fertilización y riego).

Por su parte, el contenido de aminoácidos de estos maíces (Cuadro 2) es coincidente con estudios anteriores (Azcona & Schang, 1995), siendo más alto en los materiales de tipo “Duro”. No se observaron diferencias entre

materiales a lo largo del tiempo respecto a la digestibilidad de dichos aminoácidos con un promedio de utilización del orden de 90 a 91%.

Cuadro 2. Contenido de aminoácidos totales en maíces*

Tipo de Maíz	Met + Cis	Lis	Tre	Arg	Val	Iso	Leu	His
	%							
Dentado	0.23	0.23	0.26	0.36	0.34	0.23	0.82	0.21
Duro	0.25	0.24	0.28	0.38	0.36	0.25	0.89	0.23

Metodología de análisis NIRS, ecuación de calibración Degussa corn6.eqa.
 Datos referidos a 88% de materia seca.

Germoplasma y zonas productivas

Treinta híbridos comerciales de maíz fueron evaluados en sus contenidos energéticos, proteicos y de aminoácidos en Venado Tuerto y Máximo Paz, dos zonas productivas del sur de Santa Fe, República Argentina con condiciones agronómicas bien contrastantes.

Cuadro 3. EB, EMV, proteína y aminoácidos en maíces producidos en diversas zonas

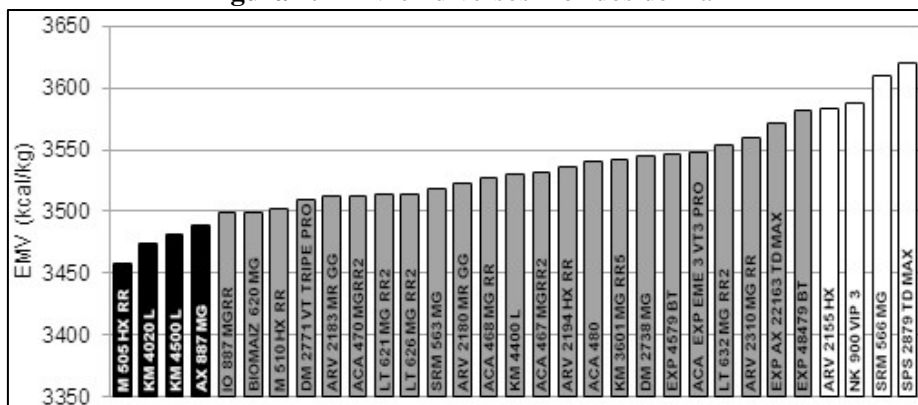
Parámetro	Zonas	
	Máximo Paz	Venado Tuerto
EB (kcal/kg)	3907 ^b	3950 ^a
EMV (kcal/kg)	3501 ^b	3565 ^a
EMV/EB (%)	89.6 ^b	90.2 ^a
Proteína (%)	6.48 ^b	8.05 ^a
Met+Cis (%)	0.288 ^b	0.346 ^a
Lis (%)	0.225 ^b	0.238 ^a
Tre (%)	0.238 ^b	0.288 ^a

Dentro de cada fila, medias con distinta letra difieren significativamente (P≤0.05).
 Datos referidos a 88% de materia seca.

La EMV promedio en Venado Tuerto fue mayor que en Máximo Paz debido a un mayor contenido de EB y mejor nivel de utilización de la misma (relación EMV/EB). A su vez, el contenido de proteína y aminoácidos en esta zona fue mayor al observado en Máximo Paz. Estas diferencias podrían estar asociadas al nivel de nutrientes disponibles para ser captados por la planta.

Al analizar los resultados individualmente de los 30 híbridos de maíz evaluados (Figura 1) se puede observar que existieron diferencias EMV. Estas diferencias estarían asociadas a variaciones genéticas.

Figura 1. EMV en diversos híbridos de maíz



Columnas blancas vs negras difieren significativamente (P≤0.05).
 Datos referidos a 88% de materia seca.

Fertilización nitrogenada del cultivo

Dos cultivos de maíz, uno de tipo “Duro” y el otro de tipo “Dentado” recibieron una fertilización inicial de 100 kg de urea/hectárea. Luego, cada uno de los genotipos recibió “0” o “50” kg/hectárea adicionales de urea. Se evaluaron los efectos de esta fertilización nitrogenada sobre las variaciones en contenidos de proteína y aminoácidos. Cada tratamiento contó con 3 repeticiones y la prueba se replicó durante 3 años.

Los resultados mostraron que: a– hubo un efecto significativo de la fertilización (a más fertilización más proteína y aminoácidos), b– existieron diferencias entre germoplasmas (el tipo “Duro” mostró más proteína y aminoácidos que el de tipo “Dentado”) y d– existieron diferencias entre años de producción (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fertilización nitrogenada y contenidos proteicos y de aminoácidos en maíces tipo “Duro” y “Dentado”

Efecto Mayor	Proteína %	Aminoácidos			
		Met+Cis	Lisina	Treonina	Arginina
Urea					
100+0 kg/ha	7.74 ^b	0.331 ^b	0.244 ^b	0.278 ^b	0.376 ^b
100+50 kg/ha	8.52 ^a	0.360 ^a	0.256 ^a	0.303 ^a	0.400 ^a
Maíz					
Duro	8.57 ^a	0.362 ^a	0.253 ^a	0.304 ^a	0.399 ^a
Dentado	7.80 ^b	0.332 ^b	0.249 ^b	0.281 ^b	0.380 ^b
Año					
Año 1	7.06 ^c	0.308 ^c	0.233 ^c	0.255 ^c	0.352 ^c
Año 2	8.55 ^b	0.359 ^b	0.257 ^b	0.304 ^b	0.402 ^b
Año 3	8.95 ^a	0.374 ^a	0.263 ^a	0.318 ^a	0.416 ^a
CV	4.9	3.9	3.8	4.5	3.7

Dentro de cada fila, medias con distinta letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).
Datos referidos a 88% de materia seca.

2 - COMPLEJO SOJA

La soja es una oleaginosa que posee gran número de factores antinutricionales, de los cuales, la mayoría son sensibles al proceso térmico (termolábiles). Por su parte, el complejo soja (harina, poroto desactivado y expeller) puede llegar a formar parte de hasta un 40% de la dieta para aves y por esto, la importancia de un correcto desactivado. A continuación se presentan valores sobre la composición nutricional del complejo soja, representativos de los procesos empleados en la Argentina. Además del análisis proximal clásico se determinó EMV (Sibbald, 1976) y aminoácidos digestibles (Sibbald, 1979). Estos estudios se llevaron a cabo en colaboración con Evonik y Labonet de Alimental y han sido parcialmente presentados en el Congreso de ALA (Iglesias et al., 2013).

Harinas de Soja

Las harinas de soja, en general, no presentan grandes inconvenientes en cuanto a la calidad de desactivado y sus resultados han sido presentados en reuniones anteriores (Azcona et al., 2007; Azcona et al., 2009; Azcona et al., 2011).

Soja Integral

En la Argentina se han popularizado tres procesos de desactivado (Aire caliente, Vapor y Extrusión) cuyos principales resultados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Efecto de proceso de desactivado sobre soja integral.

Parámetro	Proceso		
	Aire Caliente	Vapor	Extrusado
MS determinada (%)	91.40	88.80	92.30
Extracto Etéreo (%)	19.81	19.66	19.55
Proteína (%)	34.20	35.20	33.80
EB (kcal/kg)	5033	5087	4967
EMV (kcal/kg)	3366	3442	3721
EMV/EB (%)	66.90	67.70	74.80
Solubilidad de Proteínas (%)	70.00	76.80	85.10
Actividad Ureásica (Δ pH)	0.20	0.14	0.19
Inhibidores de Tripsina (UTI/mg)	19.40	5.40	17.20

Datos referidos a 88% de materia seca. MS: Materia Seca; EB: Energía Bruta EMV: Energía Metabolizable Verdadera; UTI/mg: Unidades de Inhibidor de Tripsina por mg de muestra.

El proceso por Aire Caliente resultó en una menor utilización de la EB debido a sobrecalentamiento de parte del material y a su vez material que no alcanzó a ser desactivado. La baja SP y en el alto contenido de AU e IT de este material confirmaría lo expuesto.

El proceso de desactivado por Extrusión mostró una mejora en la utilización de la EB, efecto que se debería al amasado y corte de la pasta y consecuente liberación de nutrientes, lo que facilitaría su digestión.

No obstante esta ventaja, cabe remarcar el alto contenido de IT remanentes en sojas provenientes de este proceso, aspecto que es necesario controlar y que permitiría incrementar aún más el valor nutricional de la soja extru-

sada (Azcona et al., 2011). El proceso de desactivado por Vapor, genera una situación intermedia respecto a la utilización de la EB, gracias a un buen control de los IT, pero careciendo del amasado y corte que se produce en la extrusión.

En el Cuadro 6 se muestran resultados de una experiencia donde se compararon 2 procesos, y dos calidades de desactivado.

Cuadro 6. Efecto de proceso de desactivado sobre soja integral

Parámetro	Proceso			
	Vapor		Extrusado	
	Bien desact.	Mal desact.	Bien desact.	Mal desact.
Solubilidad de Proteínas (%)	89.50	92.65	77.72	82.85
Actividad Ureásica (Δ pH)	0.60	1.34	0.02	1.05
Inhibidores de Tripsina (UTI/mg)	2.42	5.79	6.25	14.44

Datos expresados en base tal cual. UTI/mg: Unidades de Inhibidor de Tripsina por mg de muestra.

Estos resultados muestran que el método de desactivado afecta de modo diferente a la AU y al contenido de IT, siendo los IT más sensibles al vapor que a la extrusión y lo contrario ocurre con la AU.

En base a estos resultados se probó la combinación de procesos (Cuadro 7).

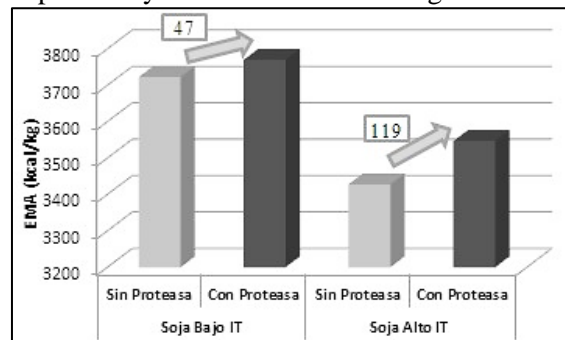
Cuadro 7. Efecto de la combinación de procesos en el desactivado de soja integral

Parámetro	Proceso		
	Vapor	Extrusión	Vapor/Extrus.
MS determinada (%)	87.8	92.8	93.5
Extracto Etéreo (%)	17.2	17.5	17.5
Proteína (%)	34.4	33.9	34.8
EB (kcal/kg)	4964	4943	4957
EMV (kcal/kg)	3360	3606	3619
EMV/EB (%)	67.7	72.9	73.0
Solubilidad de Proteínas (%)	83.1	74.3	75.5
Actividad Ureásica (Δ pH)	0.03	0.04	0.04
Inhibidores de Tripsina (UTI/mg)	2.26	9.17	1.84

Datos referidos a 88% de materia seca. MS: Materia Seca; EB: Energía Bruta EMV: Energía Metabolizable Verdadera; UTI/mg: Unidades de Inhibidor de Tripsina por mg de muestra.

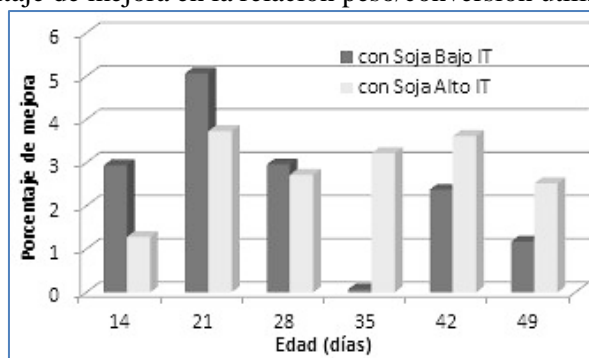
No se observaron mejoras en EMV debidas a la combinación de procesos. En virtud de esto se evaluó la alternativa de utilizar proteasas (Figura 2).

Figura 2. Uso de proteasa y su efecto sobre la energía metabolizable de la dieta



En la Figura 2 se puede observar que el efecto de la proteasa es mayor en dietas con alto IT, no obstante la mejora lograda no alcanza a los niveles de energía de una dieta con bajos niveles de IT.

Figura 3. Porcentaje de mejora en la relación peso/conversión utilizando una proteasa

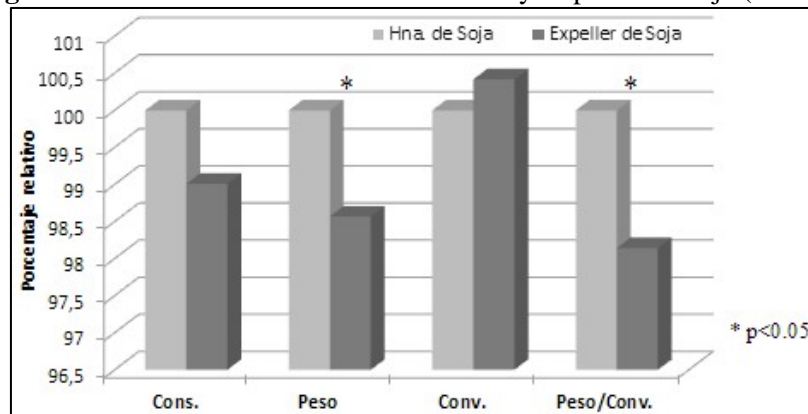


La Figura 3 muestra el porcentaje de mejora de las aves al utilizar una proteasa sobre dietas con alto y bajo nivel de IT. Aquí se puede observar que la proteasa tuvo mejor respuesta hasta los 21 días cuando se la empleó en dietas con bajo IT, sin embargo a partir de los 35 días la mayor mejora se observó cuando se utilizó sobre dietas con alto IT.

Expeller de Soja

En dietas para aves puede llegar a ingresar hasta un 40-41% de expeller de soja. Si consideramos que este ingrediente puede tener a razón de 10 UTI/mg, se alcanzaría 4.1 UTI/mg de alimento, valor por encima de los 2.5 UTI/mg de alimento recomendado en publicaciones anteriores (Azcona et al., 2009; 2011), afectando el desempeño de las aves (Figura 4).

Figura 4. Resultados zootécnicos con Harina y Expeller de Soja (42 días)



OTRAS CONSIDERACIONES

Gran parte de las características nutricionales del maíz y la soja provienen de sus componentes genéticos asociados a altos rendimientos por unidad de superficie. Las zonas y condiciones de producción pueden modificar esas características, al igual que las variaciones en los procesos de transformación. Pero, más allá de estas posibilidades, es importante remarcar que para alcanzar el máximo potencial genético de las aves es indispensable incrementar de manera sustantiva, en cantidad y calidad, los nutrientes presentes en estos ingredientes. En este sentido el maíz ofrece alternativas de mejora a partir de una mejor utilización de sus componentes estructurales y de un incremento en sus contenidos proteicos y lipídicos. El complejo soja, por su parte, presenta mayores opciones de mejora provenientes de la reducción de fracciones de hidratos de carbono poco utilizables y de la disminución de inhibidores enzimáticos de efecto adverso sobre la utilización de la totalidad de la dieta. Llegar a estas instancias depende de decisiones estratégicas empresariales y de grandes esfuerzos técnicos y económicos a lo largo de un período considerable de tiempo. Mientras estos cambios ocurren, el empleo de soluciones tecnológicas provenientes de la biotecnología (enzimas exógenas), y la industria (ácidos orgánicos, pre y probióticos, equipos y procesos) generan importantes y efectivas contribuciones para mejorar los niveles de utilización del maíz y la soja.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcona, J.O., Schang, M.J. (1995). Poroto de soja desactivado: Aspectos que afectan su valor biológico. CAPIA Informa, 152, 153, 154, 155.
- Azcona, J.O., Iglesias, B.F., Morao, L.R., Schang, M.J. (2007). Composición de ingredientes argentinos: maíz y soja. I Congreso Argentino de Nutrición Animal. Congreso Argentino de Nutrición Animal. Parque Norte - Buenos Aires. CAENA.
- Azcona, J.O., Iglesias, B.F., Charrière, M.V., Morao, L.R. (2009). Inhibidores de tripsina en poroto de soja extrusado: Niveles de tolerancia en dietas para aves. II Congreso Argentino de Nutrición Animal. Congreso Argentino de Nutrición Animal. Parque Norte - Buenos Aires. CAENA.
- Azcona, J.O., Iglesias, B.F., Charrière, M.V. (2011). Inhibidores de tripsina en el complejo soja. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura (pp. CD-Rom). Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Avicultura.
- Bonino, M., Schang, M., Azcona, J., Sceglío, O., Terzaghi, A., Pascual, G., . . . Lago, C. (1991). Tablas de composición de ingredientes argentinos. Balanceados Argentinos, 63, 32-70.
- Iglesias, B.F., Schang, M.J., Azcona, J.O., Charrière, M.V. (2013). Avances en la valorización nutricional del maíz y la soja. XXIII Congreso Latinoamericano de Avicultura (pp. CD-Rom). El Salvador. Asociación Latinoamericana de Avicultura.
- Leeson, S., Summers, J.D. (2005). Commercial Poultry Production (3th ed.). Ghelph, Ontario, Canada: University Books. 413pp.
- Schang, M., Azcona, J., Sceglío, O., Borrás, F., Rodríguez, S., Yanigro, S. (1999). Tabla de composición de ingredientes argentinos. Jornadas de Nutrición y Genética de Aves de Producción. Buenos Aires.: Fac. de Cs. Veterinarias, UBA.

Sibbald, I.R. (1976). A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, 55, 303-308.

Sibbald, I.R. (1979). A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, 58, 668-673.

Tassarolo, A.L. (2014). [Trabajo Final de Grado]. Valor nutricional de diferentes híbridos de maíz en aves. 52pp.

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos de los animales](#)