**Capítulo 3**

**Aplicación de los coproductos de proteínas fermentadas de maíz en la alimentación avícola**

# Introducción

El uso de los coproductos de proteínas fermentadas de maíz (CFP) en las dietas avícolas está mucho menos estudiado que sus aplicaciones en dietas porcinas y acuícolas. Sin embargo, el alto contenido de energía metabolizable (EM) y de aminoácidos digestibles de los coproductos de proteínas fermentadas de maíz se adapta mejor a las dietas de pollo de engorde y de pavos debido a la necesidad de brindarles dietas de alto valor energético y nutricional que sustenten un rápido crecimiento. Las siguientes secciones resumen el contenido de EM así como la composición y digestibilidad de aminoácidos de varias fuentes de proteínas fermentadas de maíz, e incluyen estudios de desempeño del crecimiento e impacto ambiental de pollos de engorde y pavos con estas proteínas. Desafortunadamente, no se han llevado a cabo estudios que evalúen el uso de proteínas fermentadas de maíz en dietas de ponedoras.

# Perfil de nutrientes de los coproductos de proteínas fermentadas de maíz en aves

## Composición nutricional

En el **cuadro 1** se muestra el contenido de proteína, lípidos, fibra y cenizas de tres diferentes marcas de proteínas fermentadas de maíz producidas con tres tecnologías diferentes. Hágase notar que aunque dichos coproductos contienen proteína cruda similar, la relación de lisina:proteína cruda varía de 3.82 a 4.19, pero es mucho mayor que la que se encuentra en fuentes convencionales de DDGS. Además, el contenido de lípidos, fibra y cenizas varía ampliamente entre las fuentes. Al igual que en los DDGS, el contenido de calcio de los coproductos de proteínas fermentadas de maíz es bajo y el de P varía de 0.68 a 1.1%. Estos resultados indican que debido a la variabilidad de los componentes nutricionales no proteicos de las proteínas fermentadas de maíz, es fundamental que el usuario final conozca la fuente específica utilizada en la formulación del alimento avícola para optimizar su eficacia nutricional y el desempeño de las aves.

|  |
| --- |
| **Cuadro 1.** Comparación de la composición de proteína, lípidos, fibra y cenizas de las fuentes y tecnologías de las proteínas fermentadas de maíz |
| **Componente** | **ANDVantage 50Y1** | **NexPro2** |
| Materia seca, % | 90 | 100 |
| Proteína cruda, % | 51.1 | 53 |
| Lys:proteína cruda | 3.82 | 4.19 |
| Extracto etéreo, % | 9.6 | 5.1 |
| Extracto etéreo hidrolizado con ácido, % | 9.90 | - |
| Fibra cruda, % | 8.5 | - |
| Fibra neutrodetergente, % | 27.5 | 24.1 |
| Fibra ácidodetergente, % | 20 | 4.83 |
| Fibra dietética soluble, % | 2.8 | - |
| Fibra dietética insoluble, % | 29.2 | - |
| Fibra dietética total, % | 32 | - |
| Cenizas, %  | 2.17 | 5.49 |
| Ca, % | 0.01 | 0.05 |
| P, % | 0.68 | 1.1 |
| S, % | 0.64 | - |
| Mg, % | 0.07 | - |
| K, % | 0.29 | - |
| Na, % | 0.04 | 0.05 |

1Datos de las especificaciones del producto (base en como se alimentó) proporcionadas con autorización de The Andersons, Inc.

2Datos publicados (base materia seca) obtenidos de Correy et al. (2019).

## Energía metabolizable

Comparado con cerdos, se han hecho menos estimaciones del contenido de energía metabolizable (EM) de las fuentes de proteínas fermentadas de maíz en aves, pero se han evaluado las tres principales tecnologías de producción (**cuadro 2**). Se determinaron los valores de EM verdadera corregida por nitrógeno (EMVn) a los coproductos ANDVantage 50Y y NexPro, mientras que el contenido de EM aparente corregida por nitrógeno (EMAn) se determinó en ProCap Gold (3,546 kcal/kg; datos inéditos del Dr. Bill Dozier, de la Universidad de Auburn proporcionados con la autorización de Marquis Energy). Como resultado, es difícil comparar el contenido de EM relativa entre estas tres fuentes, pero es evidente que las tres contienen de 130 a 150% de la concentración de EM de las fuentes de DDGS convencionales, lo cual hace de las proteínas fermentadas de maíz un ingrediente excelente en las dietas de pollo de engorde y pavos.

|  |
| --- |
| **Cuadro 2.** Comparación de energía bruta (EB), energía metabolizable (EM) y EM:EB de las fuentes de proteína fermentada de maíz en aves (base materia seca) |
| **Componente** | **ANDVantage 50Y1** | **NexPro2** |
| Materia seca, % | 93.76 | 93.52 |
| EB, kcal/kg | 5,636 | 5,366 |
| EM, kcal/kg | 3,378 | 3,713 |
| EM:EB | 0.60 | 0.69 |

1EMVn = energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno; datos inéditos proporcionados con autorización de The Andersons, Inc.

2Valor de EMVn (promedio de 6 muestras); datos inéditos proporcionados con autorización de POET.

## Aminoácidos digestibles

El **cuadro 3** muestra una comparación del contenido y digestibilidad de aminoácidos esenciales y no esenciales de ANDVantage 50Y y NexPro. La concentración y digestibilidad de aminoácidos varía entre las fuentes, pero generalmente la proteína fermentada de maíz es un ingrediente de aminoácidos altamente digestible para utilizar en las dietas avícolas. Sin embargo, es fundamental que el usuario final conozca la fuente específica utilizada en la formulación del alimento para optimizar la eficiencia nutricional y el desempeño de las aves.

|  |
| --- |
| **Cuadro 3.** Comparación del contenido de proteína cruda y aminoácidos, y digestibilidad ileal de las fuentes de proteína fermentada de maíz para aves |
| **Componente1** | **ANDVantage 50Y2** | **NexPro3** |
| Materia seca, % | 90 | 93 |
| Proteína cruda, % | 51.1 | 50.2 |
| Lys:Proteína cruda  | 3.82 | 4.19 |
| Arg | 2.62 (91) | 2.37 (96) |
| His | 1.81 (89) | 1.46 (91) |
| Ile | 2.16 (87) | 2.22 (93) |
| Leu | 6.53 (93) | 6.65 (94) |
| Lys | 1.95 (83) | 2.11 (85) |
| Met | 1.08 (91) | 1.26 (94) |
| Phe | 2.75 (90) | 2.82 (95) |
| Thr | 1.98 (85) | 2.17 (87) |
| Trp | 0.42 (89) | 0.51 (89) |
| Val | 2.58 (87) | 2.95 (90) |
| Ala | 3.82  | 3.51 (91) |
| Asp | 3.49 | 3.62 (87) |
| Cys | 1.12 (92) | 0.90 (87) |
| Glu | 8.87 | 7.61 (93) |
| Gly | 1.96 | 2  |
| Pro | 4.17 | 3.46 (93) |
| Ser | 2.39 | 2.25 (89) |
| Tyr | 2.32 | 2.08 (87) |

1Los valores entre paréntesis son coeficientes de digestibilidad ileal (%) de aminoácidos de cada fuente de coproductos para aves.

2Los datos inéditos de coeficientes de digestibilidad de aminoácidos se obtuvieron con la autorización de The Andersons, Inc.

3Las concentraciones de aminoácidos totales (base materia seca) y los coeficientes de digestibilidad se obtuvieron con autorización de POET.

## Fósforo digestible

No se han realizado estudios para determinar la digestibilidad o la disponibilidad relativa del fósforo en las fuentes de proteínas fermentadas de maíz para aves. Mutucumarana et al. (2014) informaron que no es preciso el uso de P no fítico para calcular la concentración de fósforo digestible en los ingredientes de alimentos, porque a menudo el contenido de P digestible que se determina en dichos ingredientes es mayor que las concentraciones no fíticas, lo que indica que las aves pueden utilizar una parte del P no fítico. No obstante, es razonable el uso de estimados de digestibilidad y disponibilidad de P en aves obtenidos de estudios que evalúan las fuentes de DDGS. Mutucumarana et al. (2014) notificaron que el contenido de fósforo digestible verdadero de los DDGS de maíz era de 0.59%, lo que representa cerca del 73% del P total. Wamsley et al. (2013) determinaron que la disponibilidad del fósforo en la fuente de DDGS que evaluaron estuvo entre 66 y 68%, lo cual concuerda con los valores notificados por Martínez-Amezcua et al. (2006). Por lo tanto, hasta que se lleven a cabo estudios que determinen la digestibilidad y disponibilidad del fósforo en proteínas fermentadas de maíz para aves, es aceptable suponer que alrededor del 60% del fósforo total de este coproducto está disponible para aves. No obstante, es importante hacer notar que durante el proceso de fermentación varias plantas de etanol agregan fitasa, lo cual incrementa aún más la conversión de fitato indigestible a fósforo digestible (Reis et al., 2018). Los nutricionistas deben solicitar información sobre si se utiliza o no fitasa durante el proceso de producción de la fuente de coproductos de maíz que utilizan, porque esto afecta los valores de digestibilidad del fósforo.

# Resumen de las pruebas de alimentación de proteínas fermentadas de maíz en pollo de engorde

Burton et al. (2021) llevaron a cabo una prueba de desempeño del crecimiento para evaluar los efectos de sustituir harina de soya con proteínas fermentadas de maíz (NexPro) en pollo de engorde. De una planta de incubación comercial se obtuvieron pollos de engorde machos Ross de un día de edad, se pesaron y asignaron a corrales en piso (9 aves/corral) y alimentaron con dietas que contenían 0, 5 o 10% de proteínas fermentadas de maíz. Se administró un programa de alimentación de dos fases con dietas de iniciación del día 0 al 21 y dietas de crecimiento de los días 21 al 42. La tasa de inclusión en la dieta de proteínas fermentadas de maíz no tuvo efectos sobre el peso corporal final ni la ganancia de peso, pero las aves alimentadas con la dieta de 10% de estas proteínas presentaron un mayor consumo de alimento y una mayor conversión alimenticia, en comparación con las alimentadas con la dieta control sin este coproducto (**cuadro 4**). La retención de nitrógeno fue similar en los pollos de engorde alimentados con la dieta 10% de proteínas fermentadas de maíz, en comparación con los alimentados con la dieta control y mejoró con la dieta de 5% de estas proteínas (**cuadro 4**). Se supone que este mejoramiento en el uso de nitrógeno de la dieta fue el resultado de agregar lisina, metionina, arginina, treonina y valina cristalinas para corregir los desequilibrios de aminoácidos, resultantes de la sustitución parcial de la harina de soya con proteínas fermentadas de maíz en dichas dietas.

|  |
| --- |
| **Cuadro 4.** Efectos de alimentar niveles crecientes de proteínas fermentadas de maíz (NexPro) en la dieta de pollos de engorde en el desempeño del crecimiento, retención de nitrógeno y rendimiento de los componentes de la canal durante un período de alimentación de 42 días (adaptado de Burton et al., 2021) |
| **Medición** | **Tasa de inclusión en la dieta de proteínas fermentadas de maíz, %** |
| **0%** | **5%** | **10%** |
| Peso corporal inicial, g | 45 | 45 | 44 |
| Peso corporal final, g | 3,360 | 3,439 | 3,339 |
| Ganancia de peso, g | 3,315 | 3,394 | 3,295 |
| Consumo de alimento, g/ave | 4,878b | 5,042ab | 5,151a |
| Conversión alimenticia2 | 1.47a | 1.49a | 1.57b |
| Retención de nitrógeno, % | 29.4b | 30.4a | 28.7b |
| Rendimiento de pechuga, muslo y pierna de la canal, kg | 1.41 | 1.49 | 1.45 |

a,b Las medias en el mismo renglón con diferentes superíndices son diferentes (P < 0.05).

# Resumen de las pruebas de alimentación de proteínas fermentadas de maíz en pavos

Al igual que con el estudio de pollos de engorde, Burton et al. (2021) llevaron a cabo una prueba de desempeño del crecimiento para evaluar los efectos de sustituir la harina de soya con proteínas fermentadas de maíz (NexPro) en dietas de pavos. De una planta de incubación comercial se obtuvieron pavitos BUT6 de un día de edad, se pesaron y asignaron a corrales en piso (5 aves/corral) y se alimentaron con dietas que contenían 0, 4 u 8% de proteínas fermentadas de maíz. Se administró un programa de alimentación de dos fases con dietas de iniciación del día 0 al 21 y dietas de crecimiento de los días 21 al 42. La tasa de inclusión en la dieta de proteínas fermentadas de maíz no tuvo efecto en el peso corporal final, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en comparación con las aves alimentadas con la dieta control sin estas proteínas (**cuadro 5**). La retención de nitrógeno fue mayor en los pavos alimentados con la dieta de 8% de proteínas fermentadas de maíz comparado con los alimentados con la dieta control (**cuadro 5**). Se supone que este mejoramiento en el uso de nitrógeno en la dieta fue el resultado de agregar lisina cristalina, metionina y treonina para corregir los desequilibrios de aminoácidos resultantes de la sustitución parcial de la harina de soya con proteínas fermentadas de maíz en dichas dietas.

|  |
| --- |
| **Cuadro 5.** Efectos de alimentar niveles crecientes de proteínas fermentadas de maíz (NexPro) en la dieta de pavos sobre el desempeño del crecimiento durante un período de alimentación de 42 días (adaptado de Burton et al., 2021) |
|  | **Tasa de inclusión en la dieta de proteínas fermentadas de maíz, %** |
| **Medición** | **0%** | **4%** | **8%** |
| Peso corporal inicial, g | 66 | 66 | 66 |
| Peso corporal final, g | 2,328 | 2,423 | 2,518 |
| Ganancia de peso, g | 2,262 | 2,357 | 2,452 |
| Consumo de alimento, g/ave | 3,741 | 3,850 | 3,743 |
| Conversión alimenticia2 | 1.66 | 1.64 | 1.61 |
| Retención de nitrógeno, % | 18.3b | 21.0ab | 21.8a |

a,b Las medias en el mismo renglón con diferentes superíndices son diferentes (P < 0.05).

# Conclusiones

Los escasos datos disponibles de la respuesta del valor alimenticio y desempeño del crecimiento con la alimentación de coproductos de proteínas fermentadas de maíz (CFP) en pollos de engorde y pavos indican que son un ingrediente de mayor energía y más aminoácidos digestibles comparado con las fuentes de DDGS convencionales, lo que parece sustentar un desempeño del crecimiento y retención de nitrógeno aceptables en tasas de inclusión de hasta 10% en dietas de pollo de engorde y 8% en pavos.

# Bibliografía

Burton, E., D. Scholey, A. Alkhtib, and P. Williams. 2021. Use of an ethanol bio-refinery product as a soy bean alternative in diets for fast-growing meat production species: A circular economy approach. Sustainability 13:11019. <https://doi.org/10.3390/su131911019>

Correy, S., P. Utterback, D. Ramchandran, V. Singh, S.P. Moose, and C.M. Parsons. 2019. Nutritional evaluation of 3 types of novel ethanol coproducts. Poult. Sci. 98:2933-2939. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez043>

Martinez-Amezcua, C., C.M. Parsons, and D.H. Baker. 2006. Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with solubles in chicks. Poult. Sci. 85:470-475.

Mutucumarana, R.K., V. Ravindran, G. Ravindran, and A.J. Cowieson. 2014. Measurement of true ileal digestibility of phosphorus in some feed ingredients for broiler chickens. J. Anim. Sci 92:5520-5529.

Reis, C.E.R., Q. He, P.E. Urriola, G.C. Shurson, and B. Hu. 2018. Effects of modified processes in dry-grind ethanol production on phosphorus distribution in coproducts. Ind. Eng. Chem. Res. 57:14861-14869. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b02700>

Wamsley, K.G.S., R.E. Loar II, K. Karges, and J.S. Moritz. 2013. The use of practical diets and regression analyses to determine the utilization of lysine and phosphorus in corn distillers dried grains and solubles using Cobb 500 male broilers. J. Appl. Poult. Res. 22:279-297.