

Sales minerales orgánicas, nucleótidos sobre alimentación de pavos *Meleagris gallopavo*, línea Hybrad en crecimiento

Organic mineral salts, nucleotides on turkey feed *Meleagris gallopavo*, growing Hybrad line.

César A. Piscocoya^{1*}, José L. Vílchez¹, Magaly de L. Díaz García¹

¹Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Calle Juan XXIII s/n Lambayeque -Perú.

*e-mail: cpiscocoya@unprg.edu.pe¹,

Resumen

La deficiencia de minerales en pavos, se refleja en perosis, dermatitis, que atentan sobre el bienestar animal, y economía del productor, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de sales minerales orgánicas asimismo nucleótidos sobre la ganancia de peso vivo en pavos. El estudio se realizó en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en el año 2018; la muestra fue de 90 pavos (edad, seis semanas), se evaluó dos factores, sales minerales orgánicas (0 %; 0.5% y 1 %) y nucleótidos (0% y 0.5%), se empleó el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3x2); los seis tratamientos fueron: T1 (0% de sales orgánicas; 0% de nucleótidos); T2 (0% de sales orgánicas; 0.5% de nucleótidos); T3 (0.5% de sales orgánicas; 0% de nucleótidos); T4 (0.5% de sales orgánicas; 0.5% de nucleótidos); T5 (1% de sales orgánicas; 0% de nucleótidos), asimismo T6 (1% de sales orgánicas; 0.5% de nucleótidos). Se demostró, a partir de la novena semana diferencias significativas entre los tratamientos, hasta la décima sexta semana, donde el tratamiento T3 = 14.39 kg en comparación (T1 =13.92; T2= 13.90; T4 = 14.05; T5 = 14.14 y T6 =14.21 kg) mejoró el peso vivo; igualmente sucedió con los niveles de mineral orgánico, que hubo diferencias ($p<0.01$) (0% = 13.9;

0.5% = 14.22 y 1% = 14.18 kg), el efecto de los nucleótidos se observó en las dos últimas semanas, (0%= 14.15 y 0.5%= 14.05 kg). El mejor crecimiento de los pavos fue con 0.5% de sal mineral orgánica ($p<0.01$).

Palabras clave: biodisponibilidad de minerales, fitatos, ganancia de peso, levaduras.

Abstract

The mineral deficiency in turkeys is reflected in perosis, dermatitis, which threaten the animal welfare, and the producer's economy, whose objective was to evaluate the effect of organic mineral salts, likewise nucleotides, on live weight gain in turkeys. The study was carried out at the Pedro Ruiz Gallo National University in 2018, the sample was 90 turkeys (age, six weeks), two factors were evaluated, organic mineral salts (0%; 0.5% and 1%) and nucleotides (0% and 0.5%), the completely randomized design with factorial arrangement (3x2) was used; the six treatments were: T1 (0% organic salts; 0% nucleotides); T2 (0% organic salts; 0.5% nucleotides); T3 (0.5% organic salts; 0% nucleotides); T4 (0.5% organic salts; 0.5% nucleotides); T5 (1% organic salts; 0% nucleotides), likewise T6 (1% organic salts; 0.5% nucleotides). Significant differences between

treatments were shown from the ninth week, up to the sixteenth week, where the treatment T3 = 14.39 kg in comparison (T1 = 13.92; T2 = 13.90; T4 = 14.05; T5 = 14.14 and T6 = 14.21 kg) improved live weight; The same happened with the levels of organic mineral, that there were differences ($p < 0.01$) (0% = 13.9; 0.5% = 14.22 and 1% = 14.18 kg), the effect of nucleotides was observed in the last two weeks, (0% = 14.15 and 0.5% = 14.05 kg). The best growth of turkeys was with 0.5% of organic mineral salt ($p < 0.01$).

Key words: bioavailability of minerals, phytates, weight gain, yeast.

Introducción

Actualmente no existen requerimientos nutricionales exactos en la alimentación de pavos, sus necesidades nutricionales se han extrapolado a partir de la alimentación de los pollos, lo que origina alteraciones metabólicas, reflejándose en el deficiente crecimiento, dermatitis y predominando el problema de perosis por falta de minerales, asimismo proteínas que son de gran importancia en la fase de crecimiento, además el mejoramiento genético, de estas líneas híbridas, han conllevado a tener una excelente conversión alimenticia, por lo tanto el uso de estos nutrientes como lo plantearon (Medeiros-Ventura *et al.*, 2020) deben ser minerales orgánicos, debido a su mejor absorción y disponibilidad, por ser más solubles en agua, debido a su estado iónico, esta propiedad es más evidente cuando se une a moléculas orgánicas como proteínas, que actúan como receptores, igualmente (Xiao *et al.*, 2014) mencionan que los proteoglicanos son esenciales porque se consideran como estimulantes de factores de crecimiento, para originar este proceso se necesita Mn como

cofactor para activar a la enzima Gal B1,3 glucorono siltransferasa, que une el ácido glucorónico a la segunda galactosa del cebador, también (Xie *et al.*, 2014) manifestaron, que el Mn actúa en la síntesis de colesterol activando la enzima Farsenil Sintasa del colesterol y Mevalonato Quinasa y al suministrar el Mn en forma orgánica mejora el crecimiento de las aves.

Por otro lado (Wang *et al.*, 2021) refirieron que, la deficiencia de minerales trazas como el Zinc. Mn, Cu originan fragilidad en los huesos, además actúan como cofactores de enzimas que intervienen en el proceso de amortiguadores sanguíneos, como el Zn que activa a la enzima anhidrasa carbónica, que interviene en la regulación del pH sanguíneo, asimismo (Yang *et al.*, 2020) indicaron, que el calcio y fósforo actúan en muchos procesos químicos en la célula, así como en la síntesis de ácidos nucleicos.

También (Ingelmann *et al.*, 2019) manifestaron, el exceso de fitatos en el maíz disminuyen la disponibilidad del fósforo, asimismo (Leyva-Jimenez *et al.*, 2019) sostuvieron, que constituye un factor antinutricional, en consecuencia disminuyen los rendimientos, una de las formas de disminuir esta acción, argumentada por (Ángel Isaza *et al.*, 2019) mediante, el uso de ácidos orgánicos permiten retener Ca y P a nivel digestivo, al encontrar valores altos de estos elementos en la sangre Asimismo (Zumbaugh *et al.*, 2020) mediante este experimento se determinó la acción de los aditivos fitogénico sobre la ganancia de peso y digestibilidad de la proteína, para lo cual se utilizó 864 pavos, divididos en cuatro grupos experimentales, los cuales recibieron cuatro raciones, una para cada grupo experimental, así tenemos: a base de

maíz más soya; una dieta sin aditivos; la segunda dieta menos de 1.5% de proteína cruda y la tercera se le agregó enzimas, los pesos se tomaron a los 14 y 28 días, además de 42 días, asimismo la digestibilidad aparente de proteína fue evaluada entre 28 y 42 días, los resultados de los pesos obtenidos fueron: 14 días (263.7, 252.5 y 252.7 g / ave), existiendo diferencias ($p < 0.05$); a los 28 días la ganancia de peso se comportó muy similar y finalmente existió diferencias a los 42 días de edad (2,447; 2,460 y 2,364 g / ave), se concluyó que al adicionar enzimas a las dietas mejoró la ganancia de peso; igualmente (Bampidis *et al.*, 2019) manifestaron, que la fitasa se puede utilizar como aditivo en la alimentación animal, específicamente en pavos, la cantidad de mil partes por millón es seguro para el medio ambiente, asimismo para el consumidor; igualmente (Lu *et al.*, 2017) indicaron, mediante el uso de fitasa en la alimentación de aves reduce la excreción de nitrógeno, fósforo como oligoelementos, entre estos el zinc haciéndolo con una mayor biodisponible y evitar la contaminación ambiental, el mismo principio lo realizan los ácidos orgánicos, probióticos como vitamina D.

Asimismo, (Walters *et al.*, 2019) sostuvieron, que al utilizar enzimas, fitasa en las dietas de maíz y soya en la alimentación de 3360 con niveles de fósforo: 0.43 y 0.39% para inicio (0 – 14 días) y crecimiento (15 – 28 días): el control negativo (0.25 y 0.23%), los niveles de fitasa fueron: (T1 = 250; T2 = 500; T3 = 750; T4 = 1000; T5 = 2000 y T6 = 3000 FTU / kg), se obtuvo mayor la digestibilidad del P en los días 14 y 28 ($p < 0.00$) conforme se incrementó la fitasa, el Ca incrementó la digestibilidad en la fase 2, en las dosis de fitasa 3000 FTU / kg, igualmente la digestibilidad del P a nivel ileal con dosis de fitasa de

750 y 2000 FTU / kg; asimismo (Olukosi *et al.*, 2020) al evaluar, la acción de la fitasa y xilanasas sobre el crecimiento, digestibilidad de nutrientes y degradación ileal del fitato, con una muestra de 960 pavos, distribuidos en seis tratamientos, se obtuvo: xilanasas mejoró la conversión alimenticia en pollos y pavos, la digestibilidad de todos los minerales fue menor en pavos de 28 días de edad en comparación con los de 7 días ($p < 0.01$); la digestibilidad del fósforo fue mayor al incrementar las dosis de fitasa, igualmente cuando se incrementó xilanasas, aumentó la digestibilidad de N y P.

Además (Taylor *et al.*, 2019) sostuvieron, que el oligoelemento selenio en el organismo activa la enzima Glutatión peroxidasa, se recomienda en las dietas para pavos 0.2 ug/ g, con una tendencia de elevar este elemento cuando es inorgánico, con la finalidad de evaluar de 2 y 5 ug, se utilizó 36 pavos distribuidas en tres tratamientos; se obtuvo no significancia ($p > 0.05$), sobre la ganancia de peso, se concluye que el incremento de Se no afectó el crecimiento, ni la actividad enzimática.

Por otro lado (Oviedo-Rondón *et al.*, 2018) estudiaron, la perosis por deficiencia de minerales, siendo muy frecuente en pavos en crecimiento, para lo cual se utilizó 900 pavos machos de un día de edad, divididos en cuatro grupos según la condición de patas: normal, dedos torcidos, patas temblorosas y valgo, los datos cinéticos se recolectaron a los 92, 115 y 144 días, se beneficiaron los pavos los huesos se congelaron hasta su análisis. Los resultados obtenidos: ganancia de peso fue similar entre los grupos tratados igualmente las condiciones de patas ($p > 0.05$); el cambio en la marcha fue influenciado por la edad, existiendo interacción entre el

tiempo de contacto con mayor peso; no existiendo diferencias en medidas morfológicas de fémur y tibia.

Otro método sobre el aprovechamiento de los nutrientes en la alimentación de aves, lo sostuvieron (Konieczka et al., 2020), quienes alimentaron con grano de maíz húmedo conservado con ácidos orgánicos a pavos, con una muestra de 357 pavos híbridos de un día de edad, dividido en tres grupos: T1 (maíz secado con calor, suministrado en la dieta 150 g /kg); T2 (maíz secado con calor y conservado con ácido orgánico) y T3 (maíz conservado con ácido orgánico, sustitución total). Resultando que no hubo diferencias ($p>0.05$) entre los tratamientos sobre el rendimiento, características de la canal y mortalidad, igualmente la digestibilidad no fue afectada (fibra cruda, cenizas, retención de nitrógeno en el tracto digestivo), en el peso hubo diferencias ($p<0.05$), T1= 3.31 T2= 2.50 y T3 = 2.12 g), se concluyó que se puede usar el maíz preservado en ácido orgánico y suministrarlo a 150 g / kg de ración.

Asimismo en otros estudios realizados por (Shurson, 2018) demostró, que las levaduras son microorganismos, útiles para la alimentación animal por sus contenidos de nutrientes: proteínas, aminoácidos, nucleótidos, β - glucinios y mananoligosacáridos, ubicados en la pared, y célula de la levaduras. Igualmente (Hou et al., 2020), realizaron estudio con el objetivo de evaluar la carne de pollos por efecto del *Saccharomyces cerevisiae*, más selenio, se empleó una muestra de 200 distribuidos: T1 control; T2 (1g de *S. cerevisiae* / kg de ración); T3 (0.3 mg de selenio /g de alimento) y T4 (1g de selenio / kg de alimento más *S. cerevisiae*), concluyendo que T4

aumento el selenio en la carne, igualmente la Glutación peroxidasa.

Este modelo de alimentación animal permite el consumo de carne y sus derivados libres de antibióticos, siendo necesario suministrar promotores de crecimiento en aves, sin afectar la salud humana (Huyghebaert et al., 2011; Kiarie et al., 2013; Kiarie & Mills, 2019); para tal fin es necesario utilizar levaduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, que proporciona sustancias activas, encontradas en la pared y citoplasma de estos microorganismos, incrementa la IgA en el plasma, conllevando a proteger el tracto gastrointestinal de la aves controlando la microbiota (Alizadeh et al., 2017; Leung et al., 2019; Munyaka et al., 2012; Yitbarek et al., 2013).

La deficiencia de Mn origina perosis, que es una alteración anatómica de la articulación tibio – tarsal (Turk et al., 1982). (Matuszewski et al., 2020). En otro estudio, cuyo objetivo es determinar el efecto del óxido de manganeso nanopartículas (Mn_2O_3) como aditivo mineral, en el crecimiento y excreción de aves, siendo su muestra 308 pollos machos (un día de edad), distribuidos en seis tratamiento, más grupo control: tres grupos recibió nano Mn_2O_3 (30, 60 y 100% del nivel estándar), asimismo tres grupos más recibieron Mn_2O_3 (0, 30 y 100%), el nano manganeso no afecto el crecimiento de las aves, redujo la excreción del Mn, el mejor comportamiento fue 60%; se concluyó, el uso de nano manganeso reduce la excreción del Mn y mejoró el rendimiento.

En otro estudio reportado por (Bueno et al., 2020) al alimentar, 640 pollos evaluados en tres fases: inicio (1 - 21 días); crecimiento (22 – 42 días) y (43 –

49 días); siendo los tratamientos: grupo control (zinc inorgánico = 66, 60 y 46 mg / kg); T1 (zinc orgánico = 33, 30, 23 mg / kg); T2 (zinc orgánico = 66, 60, 46 mg / kg); T3 (zinc orgánico = 99, 90, 69 mg / kg), además (zinc orgánico = 132, 120, 92 mg / kg); resultó no significativo el rendimiento (ganancia de peso, y conversión alimenticia), asimismo una correlación ($r = 0.87$) entre el incremento del zinc y consumo alimenticio, se concluyó, que al suministrar mayores cantidades de zinc disminuyó la acumulación de grasa abdominal, asimismo mejoró el sabor de la carne.

El bienestar animal es de gran importancia para la producción, siendo necesario prevenir enfermedades mediante un buen manejo de las aves, esto lo sostuvieron.(Freihold et al., 2019) quienes encontraron dermatitis en la almohadilla del pie, en un estudio realizado con una muestra (1860 pavos), de líneas Kelly BBB (540 machos y 540 hembras), asimismo BUT (780 hembras); para la obtención de los datos, se clasificó las lesiones por categorías de 0 a 4; se encontró que tanto pavos machos como hembras presentaron lesiones en 95.4 y 99.7% respectivamente, también se presentó lesiones necróticas, en 64.3%, igualmente las lesiones necróticas extensas en la almohadilla del pie (machos 29.8%; hembras 12.4%), siendo las lesiones menos frecuentes, necrosis de escamas (machos 11.3%; hembras 7.6%) y abscesos plantares (1.9%).

Asimismo, (Freihold et al., 2021) manifestaron, la necesidad del bienestar animal, para lo cual se necesita, un manejo alimenticio, ambiental y sanitario con la finalidad de evitar enfermedades patológicas, metabólicas, también prevenir artritis y dermatitis de la almohadilla del pie, en un trabajo

realizado con 1860 pavos machos encontró una hinchazón en el corvejón de 17.3%, siendo la incidencia mayor en machos 28.7% y hembras 16.9%.

Por otro lado (Laudadio et al., 2009) evaluó, diferentes niveles proteicos: (grupo 1: inicio 24%; crecimiento 20% y acabado 16%) en 45 pavos, mediante dietas cambiadas cada cuatro semanas; (grupo 2: inicio 22%; crecimiento 20%), estas dietas se cambiaron cada 6 semanas; al tercer grupo se le dio una dieta de 20% de proteína durante 12 semanas, se encontró consumo alimenticio no significativo, asociándose con la disminución de los programas de alimentación, con una tendencia de mayor consumo al grupo dos; la ganancia de peso y conversión alimenticia fueron similares ($p > 0.05$) entre el grupo 1 y 3, en comparación con el grupo 2; en otros trabajos realizados por (Jankowski et al., 2020) emplearon 864 pavos, con tres niveles de arginina (0.9, 1.0 y 1.1%); metionina (0.3, 0.45%), estos porcentajes de aminoácidos fueron suministrados en cuatro dietas correspondientes a cada fase, asimismo los porcentajes de lisina (1.83; 1.67; 1.49; y 1.20), se determinó que no hubo significancia entre tratamientos, para peso corporal y consumo de alimento; el contenido de proteína en la pechuga fue mayor con el nivel de arginina (1.10%), similarmente sucedió con la metionina al 0.45%.

Además (Tilley et al., 2017) argumentaron que, al evaluar el efecto de las micotoxinas en diferentes raciones alimenticias sobre la ganancia de peso en pavos, para tal fin se utilizó granos con micotoxinas naturales: maíz con aflatoxinas natural; trigo con doxinivalenol natural, asimismo cebada con zeralenona y una ración control basada en mezcla de tres granos, además

con una combinación de micotoxinas; a las tres primeras raciones se le suministró sustancias antimicotoxinas; la presencia de micotoxinas disminuyó el peso 2.31 frente a 2.08 kg, la conversión alimenticia 1.47 a 1.51 a las 6 semanas.

Es necesario tener en cuenta la producción de pavo en el mundo y sus beneficios en el consumo humano, (Montoya *et al.*, 2015) realizaron estudios sobre la producción de carne de pavo en las últimas cinco décadas encontrando un incremento del 4%, es decir 8.827 a 63.759 millones de toneladas métricas (TM) hasta el año 2010 asimismo, el fortalecimiento de Alemania, Francia, e Italia originó una disminución productiva de pavos en los Estados Unidos (71.2 a 48.36%).

Chile incrementó su producción entre el 2000 al 2010 en 6%, esto debido a problemas de salud pública, destacando la hipertensión arterial, obesidad, diabetes mellitus, siendo factores predisponentes para enfermedades cardiovasculares, por tal el Ministerio de Salud realizó campañas, y destacó el valor nutricional de la carne de pavo.

Asimismo, la población peruana tuvo un consumo de 20% lo que representó 1 kg per cápita por año. Se considera a la carne de pavo muy saludable para el humano, debido a los bajos niveles de colesterol y grasa saturadas, además contiene oligoelementos indispensables para activar enzimas, disminuir la cantidad de radicales libres que participan en proceso cancerígenos, entre estos elementos tenemos: selenio, hierro zinc, manganeso y electrolitos que facilitan el funcionamiento celular. (Felice, 2020) además, contiene bajo nivel de colesterol y grasa asimismo alto contenido de colágeno, también destaca su rendimiento en carne, pudiendo

alcanzar 60%, superando al rendimiento del pollo en 18%. Por estas razones (Nunes, 2009) encontró, cifras de incremento de producción de pavo anual entre los años 1970 al 2007 (lo cual representa 1,224 millones a 5,102 millones de TM), un aumento del 317%, en 1990 Brasil figura en la lista mundial, con una producción de 53,000 millones de TM, equivalente 1.4% de la producción mundial.

Es necesario incrementar la producción de pavos en Perú, además difundir la calidad de la carne de esta especie, debido a su alto nivel de nutrientes, proteína, minerales, que son muy importantes para la salud pública, ya que ayudaría a estimular al sistema inmune de las personas; por otro lado, es importante tener en cuenta que la alimentación de los pavos es muy exigente, debido a su gran velocidad de crecimiento, siendo necesario considerar dentro de su alimentación sus requerimientos de minerales óptimo, debido que su deficiencia de alguno de ellos conllevaría a problemas de perosis, que atenta con el bienestar animal, como la economía de la empresa, también es importante el uso de promotores de crecimiento, que estos no tengan efecto residual como son los antibióticos, que afectan la salud humana, incluyéndose en este trabajo el estudio de nucleótidos como promotores, por tal motivo el objetivo fue evaluar el efecto de las sales minerales orgánicas y nucleótidos sobre la ganancia de peso vivo en pavos Hybrad en fase de crecimiento.

Metodología

La investigación fue de tipo experimental, realizada en el vivero frutícola Motupe de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, año 2018, empleándose el modelo de efectos fijos, de una población de 3,000 pavos de línea

genética Hybrad, se tomó una muestra de 90 pavos machos, de 6 semanas de edad, fase que se inició el experimento, se determinó la homogeneidad de varianza de los pesos iniciales mediante la prueba de Levene (anexo 1), la medición de los pesos fue hasta dieciséis semanas de edad; se distribuyeron en 6 tratamientos, para la evaluación de los pesos semanales, se empleó una balanza de capacidad de 20 kilos.

Para analizar los datos se empleó el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3x2), uno de los factores fue: sales minerales orgánicas (0; 0.5 y 1% respectivamente) y nucleótidos (0 y 0.5%).

Determinación del tamaño de muestra

Estimar d

d= coeficiente de confiabilidad

δ =desviación estándar

Z=confiabilidad

n= tamaño de muestra del experimento

$s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$ = error standar

$$d = \left(\frac{Z \delta}{\sqrt{n}} \right); \quad (d)^2 = \left(\frac{Z \delta}{\sqrt{n}} \right)^2; \quad d^2 = \left(\frac{Z^2 \delta^2}{n} \right)$$

$$; \quad nd^2 = Z^2 \cdot \delta^2; \quad n = \left(\frac{Z^2 \delta^2}{d^2} \right)$$

$$n = \frac{Z^2 \delta^2 N}{(N - 1) d^2 + Z^2 \delta^2}$$

$$n = 86.35$$

Los tratamientos a evaluar fueron seis raciones: T1 (0% de sales orgánicas y 0% de nucleótidos); T2 (0% de sales orgánicas y 0.5% de nucleótidos); T3 (0.5% de sales orgánicas y 0% de nucleótidos); T4 (0.5% de sales orgánicas y 0.5% de nucleótidos); T5 (1% de sales orgánicas y 0% de nucleótidos), asimismo T6 (% de crecimiento) se les adicionó minerales orgánicos y nucleótidos según correspondió a los tratamientos.

El manejo alimenticio, se realizó de la siguiente forma; se suministró alimentos por la mañana, al día siguiente se pesó el alimento sobrante y se procedió a suministrar la cantidad correspondiente, labor que se realizó durante el experimento; tres veces al día los comederos fueron movidos para bajar el alimento, el agua fue suministrada mediante bebederos lineales, la caída de agua fue controlada por una boya; cada semana fue registrado los pesos vivos, el consumo de alimento fue diario; los datos fueron analizados mediante el software SPSS Statistics® v.25 se empleó para el análisis estadístico, el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3x2), de acuerdo al siguiente modelo matemático, también se utilizó la prueba de Tukey.

El modelo lineal aditivo fue

$$X_{ijkl} = U - Ti - Aj + Bk + (AB)jk + Eijkl$$

Dónde:

X_{ijkl} = i-ésimo unidad experimental proveniente de k-ésimo nivel de sal mineral orgánica, j-ésimo nivel de nucleótido y del i-ésimo tratamiento

U = media general

Ti = Efecto de i-ésimo tratamiento (desde i = 0,1, 2, 3,4, 5)

Aj = Efecto de los niveles de sal mineral orgánica (desde j=1,2,3).

Bk = Efecto de niveles de nucleótidos (desde k=1,2)

(AB)jk = Interacción (sales minerales orgánicas y nucleótidos)

Eijkl = Error experimental

Resultados

Ganancia de peso vivo

En la Tabla 1 se presenta la ganancia de peso (Kg.) de pavos Hybrad, desde la sexta semana hasta la octava semana, los pesos fueron similares ($p > 0.01$); se observó diferencias a partir de la novena semana, así tenemos: entre estos

tratamientos T3(4.39): T4 (4.23); T5 (4.21) y T6 (4.27) la ganancia de peso fue semejante. pero mayor que los tratamientos T1 (4.17) y T2 (4.19); igualmente en la décima semana T3 (5.95), el peso fue mayor a los tratamientos T1 (5.60); T2(5.61); T4 (5.68); T5 (5.65) y T6 (5.71) ($P<0.01$); décima primera semana los tratamientos T3 (7.49) y T6 (7.18) fueron similares, pero superiores a los tratamientos (T1=

7.00; T2= 7.04; T4= 7.13 y T5= 7.11); a partir de la décima segunda semana existió una tendencia de mejor ganancia de peso por (T3= 8.61) sobre los otros tratamientos; igualmente en la décima tercera semana, el tratamiento T3= 10.32; décima cuarta T3= 11.74; décima quinta semana T3 = 13.08 y décima sexta semana T3= 14.39, fue superior a los tratamientos en estudio ($p<0.01$).

Tabla 1. Ganancia de peso de pavos Hybrad, por efecto de sales minerales inorgánicas y nucleótido

SEMANAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Sexta	1.68 ^a	1.73 ^a	1.70 ^a	1.74 ^a	1.71 ^a	1.69 ^a	1.69 ^a
Séptima	2.39 ^a	2.26 ^a	2.55 ^a	2.43 ^a	2.42 ^a	2.42 ^a	2.47 ^a
Octava	3.23 ^a	3.25 ^a	3.45 ^a	3.30 ^a	3.29 ^a	3.29 ^a	3.33 ^a
Novena	4.17 ^a	4.19 ^a	4.39 ^b	4.23 ^{ab}	4.21 ^{ab}	4.27 ^{ab}	4.27 ^{ab}
Décima	5.60 ^a	5.61 ^a	5.95 ^b	5.68 ^a	5.65 ^a	5.71 ^c	5.71 ^c
Décima primera	7.00 ^a	7.04 ^a	7.49 ^c	7.13 ^{ab}	7.11 ^{ab}	7.18 ^c	7.18 ^c
Décima segunda	8.52 ^a	8.61 ^{abc}	8.92 ^d	8.65 ^{abc}	8.52 ^{abc}	8.74 ^c	8.74 ^c
Décima tercera	9.86 ^a	9.93 ^{ab}	10.32 ^d	9.99 ^{bc}	10.03 ^{bc}	10.13 ^c	10.13 ^c
Décima cuarta	11.35 ^a	11.41 ^{ab}	11.74 ^d	11.47 ^{bc}	11.52 ^{bc}	11.59 ^c	11.59 ^c
Décima quinta	12.59 ^a	12.60 ^a	13.03 ^c	12.72 ^{ab}	12.77 ^b	12.85 ^b	12.85 ^b
Décima sexta	13.92 ^{ab}	13.90 ^a	14.39 ^e	14.05 ^{bc}	14.14 ^{bcd}	14.21 ^d	14.21 ^d

a/b/c/d: medias en filas con superíndice diferente muestran alta significancia, ($p < 0.01$)

Tabla 2. Efecto de tres niveles de sales minerales inorgánicas en la ganancia de peso de pavos Hybrad en fase de crecimiento

Semanas tratamiento	0%	0.5%	1%
Sexta (peso inicial)	1.71 ^a	1.72 ^a	1.70 ^a
Séptima	2.32 ^a	2.49 ^a	2.44 ^a
Octava	3.24 ^a	3.38 ^b	3.31 ^{ab}
Novena	4.18 ^a	4.31 ^b	4.24 ^{ab}
Décima	5.61 ^a	5.81 ^b	5.71 ^c
Décima primera	7.02 ^a	7.31 ^b	7.18 ^c
Décima segunda	8.57 ^a	8.78 ^b	8.70 ^c
Décima tercera	9.89 ^a	10.16 ^b	10.08 ^b
Décima cuarta	11.38 ^a	11.61 ^b	11.56 ^b
Décima quinta	12.60 ^a	12.88 ^b	12.81 ^b
Décima sexta	13.91 ^a	14.22 ^b	14.18 ^b

a/b/c/d: medias en filas con superíndice diferente muestran alta significancia, ($p < 0.01$)

Tabla 3. Efecto de tres niveles de nucleótidos en la ganancia de peso de pavos Hybrad en fase de crecimiento.

Semanas de tratamiento	0%	0.5%
Sexta (peso inicial)	1.70 ^a	1.72 ^a
Séptima	2.45 ^a	2.39 ^a
Octava	3.32 ^a	3.29 ^a
Novena	4.26 ^a	4.23 ^b
Décima	5.73 ^a	5.69 ^a
Décima primera	7.20 ^a	7.14 ^a
Décima segunda	8.70 ^a	8.67 ^a
Décima tercera	10.07 ^a	10.02 ^a
Décima cuarta	11.54 ^a	11.49 ^a
Décima quinta	12.80 ^a	12.72 ^b
Décima sexta	14.15 ^a	14.05 ^b

a/b: medias en filas con superíndice diferente muestran alta significancia.

En la Tabla 2, se exponen la ganancia de peso en pavos, por efecto de sales minerales orgánicas, a partir de la octava semana la ganancia de peso para los niveles de 0.5 y 1%, esta tendencia se dio hasta la décima sexta semana, con un alto nivel de significancia ($p < 0.01$) respecto al nivel 0% de sal mineral orgánica.

Los pesos de los pavos por efecto de los nucleótidos en las dosis de 0 y 0.5%, fueron estadísticamente similares ($p > 0.01$) hasta la décima cuarta semana, a partir de la décima quinta semana (0% = 12.80 kg y 0.5% = 12.72 kg); décima sexta semana (0% = 14.15 kg y 0.5% = 14.05%) hubo diferencias altamente significativas ($p < 0.01$).

A partir de la décima semana hasta la décima sexta semana, los pesos de los pavos (kg), hubo una interacción entre sal mineral orgánica y nucleótido, siendo altamente significativa ($p < 0.01$), como se expone (anexo 2 y 3), asimismo cabe destacar que el tratamiento que resultó más eficaz fue T3 (0% de nucleótidos y 0.5 % de sal mineral orgánica) alcanzando un peso de 14.39 kg; superior a los tratamientos (T1= 13.92; T2=13.90; T4= 14.05; T5=14.14 y T6= 14.21kg).

Discusión

En la Tabla 1, se muestra la ganancia de peso de pavos, donde a partir de la novena semana las mejores ganancias de peso están dadas por el tratamiento T3= 4.39; T1= 4.17; T2=4.19 kg; T4=4.23; T5= 4.21 y T6= 4,27 kg, similarmente ocurrió hasta la décima sexta semana, siendo los pesos finales altamente significativos ($p < 0.01$) a favor del T3= 14.39 kg en comparación con los tratamientos: T1= 13.92; T2=13.90; T4= 14.05; T5=14.14 y T6= 14.21 kg.

En la Tabla 2, el nivel de 0.5% de minerales orgánicos fue más eficiente en la ganancia de peso, hasta la décima sexta semana, cuyos pesos finales fueron (0 =13.9; 0.5 =14.22 y 1% =14.18 kg), los minerales en la alimentación de aves y en otras especies, se comportan como cofactores, activando a las enzimas que son proteínas reguladoras del metabolismo, mejorando la eficiencia de los nutrientes, como se manifestó en este estudio; también se ha demostrado una mejor disponibilidad en oligoelementos, como el manganeso, selenio, zinc por parte de la célula, cuando se usan con ácidos orgánicos como citrato o propionato (Lu *et al.*, 2017).

Contrariamente al utilizar selenio en dosis de 2 a 5 ug con la finalidad de activar la enzima Glutación reductasa y su eficacia en el metabolismo, no fue efectiva sobre la ganancia de peso en esta especie con dichas dosis, sin embargo, se encontró que la transcripción de selenoproteína fue superior a la dosis de 0.4 ug/g, igualmente al usar selenio orgánico e inorgánico, los rendimientos fueron similares (Taylor *et al.*, 2019).

Para un mejor aprovechamiento de los minerales, también es importante el uso de enzimas como xilanas y fitasa, que permiten actuar sobre el fosforo no disponible en forma de fitatos, estas sustancias interfiere la disponibilidad de macronutriente y micronutrientes, especialmente Ca y P elementos de gran importancia en regular del metabolismo (Olukosi *et al.*, 2020); específicamente Ca que actúa a nivel de la Calmodulina para regular el metabolismo energético, en el presente estudio el nivel de 0.5% de sales minerales orgánicas alcanzó mejor respuesta con un mejor aprovechamiento de estas sales orgánicas.

En la Tabla 3, se observó que los niveles de nucleótidos (0 y 0.5%) desde la sexta séptima semana hasta la décima cuarta semana se comportaron similares en la ganancia de peso ($p>0.05$), contrariamente hubo diferencias altamente significativas en las dos últimas semanas en los rendimientos: semana décima quinta (0 = 12.80 y 0.5% = 12.72 kg), asimismo en la décima sexta (0 = 14.15 y 0.5% = 14.05 kg), estadísticamente hubo interacción negativa ($p<0.01$), (anexo 2 al anexo 3) entre los niveles de nucleótidos y sales orgánicas, al observar que el mejor peso se produjo cuando se utilizó el nivel 0.5% de sales orgánicas (T3), cabe destacar que estos nucleótidos se encuentran en la pared y célula del

Saccharomyces cerevisiae, además contienen proteínas aminoácidos, muy importante para la alimentación animal (Shurson, 2018), el efecto de nucleótido en las dos últimas semanas, siendo estos promotores importantes en etapa de crecimiento; también fue demostrado su efecto promotor al alimentar pavos con levaduras, más selenio, resultando un efecto positivo en el rendimiento de peso en pavos (Hou *et al.*, 2020), su efecto sobre estos rendimientos es por acción como promotores, de crecimiento basado en la protección intestinal sobretodo en la microbiota controlando los microorganismos patógenos, asimismo permite un mejor desarrollo de las vellosidades intestinales y permiten la absorción más eficiente de los nutrientes (Alizadeh *et al.*, 2017; Leung *et al.*, 2019; Munyaka *et al.*, 2012; Yitbarek *et al.*, 2013).

Conclusión

El tratamiento T3 (0.5% de mineral orgánico) produjo mejor ganancia de peso en pavos en fase de crecimiento ($p<0.01$).

Hubo una interacción negativa entre los niveles de sales minerales orgánicas y nucleótidos ($p<0.01$).

A nivel de 0% de nucleótidos produjo mejor ganancia de peso en pavos en crecimiento que el nivel 0.05% ($p=0.01$).

Referencias

1. Alizadeh, M., Munyaka, P., Yitbarek, A., Echeverry, H. & Rodriguez-Lecompte, J. C. (2017). *Maternal antibody decay and antibody-mediated immune responses in chicken pullets fed prebiotics and synbiotics*. Poultry Science, 96(1),58-64. doi.org/10.3382/ps/pew24
2. Isaza, J., Mesa, N. & Narváez, W. (2019). *Organic acids, an alternative in poultry nutrition: a review*. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia,

- 14(2), 45-58.
3. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Kouba, M., Kos Durjava, M., López-Alonso, M., López, S., Marcon, F., Mayo, B., Pechová, A., Petkova, M., Ramos, F., Sanz, Y., Edoardo Villa, R., Woutersen, R., Chesson, A., Cocconcelli, P. S., ... Saarela, M. (2019). *Safety and efficacy of B-Act® (Bacillus licheniformis DSM 28710) as a feed additive for turkeys for fattening, turkeys reared for breeding and minor poultry species for fattening or raised for laying*. EFSA Journal, 17(1), 1-8. doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5536.
 4. Bueno, F., Silva, C., Oba, A., Almeida, M., Medeiros, L., Pitarello, A., & Shinyashike, A. (2020). *Rendimiento, rendimiento en canal y calidad de la carne de pollos de engorde suplementados con zinc orgánico o inorgánico*. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec, 72(1), 224-232. doi.org/10.1590/1678-4162-10316.
 5. Felice, M. (2020). *Innovación tecnológica para la cría de pavos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/innovacion-tecnologica-para-la-cria-de-pavos>.
 6. Freihold, D., Bartels, T., Bergmann, S., Berk, J., Deerberg, F., Dressel, A., Erhard, M., Ermakow, O., Huchler, M., Krautwald-Junghanns, M., Spindler, B., Thieme, S., & Hafez, H. M. (2019). *Animal well-being and behavior: Investigation of the prevalence and severity of foot pad dermatitis at the slaughterhouse in fattening turkeys reared in organic production systems in Germany*. Poultry Science, 98(4), 1559-1567. doi.org/10.3382/ps/pey473.
 7. Freihold, D., Bartels, T., Bergmann, S., Berk, J., Deerberg, F., Dressel, A., Erhard, M., Ermakow, O., Huchler, M., Spindler, B., Thieme, S., Krautwald-Junghanns, M.-E. & Hafez, H. M. (2021). *Investigation of the occurrence of pathological carcass alterations at the processing plant in meat turkeys reared in organic production systems in Germany*. Journal of Applied Poultry Research, 100145. doi.org/10.1016/j.japr.2021.100145.
 8. Hou, L., Qiu, H., Sun, P., Zhu, L., Chen, F. & Qin, S. (2020). *Selenium-enriched Saccharomyces cerevisiae improves the meat quality of broiler chickens via activation of the glutathione and thioredoxin systems*. Poultry Science, 99(11), 6045-6054. doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.043.
 9. Huyghebaert, G., Ducatelle, R. & Immerseel, F. Van. (2011). *An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers*. Veterinary Journal, 187(2), 182-188. doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.003.
 10. Ingelmann, C., Witzig, M., Möhring, J., Schollenberger, M., Kühn, I. & Rodehutschord, M. (2019). *Phytate degradation and phosphorus digestibility in broilers and Turkeys fed different corn sources with or without added phytase*. Poultry Science, 98(2), 912-922. doi.org/10.3382/ps/pey438.
 11. Jankowski, J., Ognik, K., Konieczka, P. & Mikulski, D. (2020). *Effects of different levels of arginine and methionine in a high-lysine diet on the immune status, performance, and carcass traits of turkeys*. Poultry Science, 99(10), 4730-4740. doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.039.
 12. Kiarie, E. & Mills, A. (2019). *Role of feed processing on gut health and function in pigs and poultry: Conundrum of optimal particle size and hydrothermal regimens*. Frontiers in Veterinary Science 6(FEB). doi.org/10.3389/fvets

- .2019.00019.
13. Kiarie, E., Romero, L. & Nyachoti, C. (2013). *The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry*. Nutrition Research Reviews, 26(1), 71-88. doi.org/10.1017/S0954422413000048.
 14. Konieczka, P., Mikulski, D., Ognik, K., Juśkiewicz, J., Zduńczyk, Z., Józefiak, D. & Jankowski, J. (2020). *Chemically preserved high-moisture corn in the turkey diet does not compromise performance and maintains the functional status of the gut*. Animal Feed Science and Technology, 263,114483. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114483.
 15. Laudadio, V., Tufarelli, V., Dario, M., D'Emilio, F. & Vicenti, A. (2009). *Growth performance and carcass characteristics of female turkeys as affected by feeding programs*. Poultry Science, 88(4), 805-810. doi.org/10.3382/ps.2008-00082.
 16. Leung, H., Yitbarek, A., Snyder, R., Patterson, R., Barta, J., Karrow, N. & Kiarie, E. (2019). *Responses of broiler chickens to Eimeria challenge when fed a nucleotide-rich yeast extract*. Poultry Science, 98(4), 1622-1633. doi.org/10.3382/ps/pey533.
 17. Leyva, H., Alsadwi, A., Gardner, K., Voltura, E. & Bailey, C. (2019). *Evaluation of high dietary phytase supplementation on performance, bone mineralization, and apparent ileal digestible energy of growing broilers*. Poultry Science, 98(2), 811-819. doi.org/10.3382/ps/pey389.
 18. Lu, L., Llao, X. Dong & LUO, X. Gang. (2017). *Nutritional strategies for reducing nitrogen, phosphorus and trace mineral excretions of livestock and poultry*. En Journal of Integrative Agriculture, 16 (12), 2815-2833). Chinese Academy of Agricultural Sciences. doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61701-5.
 19. Matuszewski, A., Łukasiewicz, M., Łozicki, A., Niemiec, J., Zielińska, M., Scott, A., Chwalibog, A. & Sawosz, E. (2020). *The effect of manganese oxide nanoparticles on chicken growth and manganese content in excreta*. Animal Feed Science and Technology, 268, 114597. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114597.
 20. Medeiros, W., Rabello, C., Barros, M., Silva R., Oliveira, H., Faria, A., Silva, A., Soares, P., Pereira, C., Santos, M. & Fireman, A. (2020). *Zinc, manganese, and copper amino acid complexes improve performance and bone characteristics of layer-type chicks under thermoneutral and cold stress conditions*. Poultry Science, 99(11),5718-5727. doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.022.
 21. Montoya, A., Caicedo, S. & Montoya, I. A. (2015). *Análisis de las oportunidades de aumento de consumo de carne de pavo (Meleagris gallopavo) en Colombia*. Suma de Negocios, 6(14), 183-193. doi.org/10.1016/j.sumneg.2015.10.006.
 22. Munyaka, P., Echeverry, H., Yitbarek, A., Camelo-Jaimes, G., Sharif, S., Guenter, W., House, J. & Rodriguez-Lecompte, J. (2012). *Local and systemic innate immunity in broiler chickens supplemented with yeast-derived carbohydrates*. Poultry Science,91(9),2164-2172. doi.org/10.3382/ps.2012-02306.
 23. Nunes, F. (2009). *Despega la industria brasileña del pavo*. News and analysis for the global poultry. <https://www.wattagnet.com/articles/3012-despega-la-industria-brasilena-del-pavo>.
 24. Olukosi, O., González-Ortiz, G., Whitfield, H. & Bedford, M. (2020). *Comparative aspects of phytase and xylanase effects on performance,*

- mineral digestibility, and ileal phytate degradation in broilers and turkeys.* Poultry Science, 99(3),1528-1539. doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.018.
25. Oviedo-Rondón, E., Mente, P., Arellano, C., Lascelles, B. & Mitchell, A. (2018). *Influence of gait on bone strength in turkeys with leg defects.* Poultry Science, 97(8), 2621-2637. doi.org/10.3382/ps/pey142.
 26. Shurson, G. (2018). *Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods.* Animal Feed Science and Technology 235, 60-76. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010
 27. Taylor, R., Bourget, V. & Sunde, R. (2019). *High dietary inorganic selenium has minimal effects on Turkeys and selenium status biomarkers.* Poultry Science, 98(2), 855-865. doi.org/10.3382/ps/pey413.
 28. Tilley, J., Grimes, J., Koci, M., Ali, R., Stark, C., Nighot, P., Middleton, T. & Fahrenholz, A. (2017). *Efficacy of feed additives to reduce the effect of naturally occurring mycotoxins fed to Turkey hen poults reared to 6 weeks of age.* Poultry Science, 96(12), 4236-4244. doi.org/10.3382/ps/pex214.
 29. Turk, D., Gunji, D. & Molitoris, P. (1982). *Coccidial infections and manganese absorption.* Poultry science, 61(12), 2430-2434. doi.org/10.3382/ps.0612430.
 30. Walters, H., Coelho, M., Coufal, C. D. & Lee, J. (2019). *Effects of Increasing Phytase Inclusion Levels on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Bone Mineralization in Low-Phosphorus Diets.* Journal of Applied Poultry Research, 28(4), 1210-1225. doi.org/10.3382/japr/pfz087
 31. Wang, C., Long, Xing, G., Zhong, W, L. Sai, LI, S. Fen, Zhang, L., Yang, Lu, L., Luo, X., Gang & LIAO, X. dong. (2021). *Effects of selenium source and level on growth performance, antioxidative ability and meat quality of broilers.* Journal of Integrative Agriculture, 20(1), 227-235. doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63432-3
 32. Xiao, J., Zhang, Y., Wu, S., Zhang, H., Yue, H. & Qi, G. (2014). *Manganese supplementation enhances the synthesis of glycosaminoglycan in eggshell membrane: A strategy to improve eggshell quality in laying hens.* Poultry Science, 93(2), 380-388. doi.org/10.3382/ps.2013-03354
 33. Xie, J., Tian, C., Zhu, Y., Zhang, L., Lu, L. & Luo, X. (2014). *Physiology, endocrinology, and reproduction: effects of inorganic and organic manganese supplementation on gonadotropin-releasing hormone-*i* and follicle-stimulating hormone expression and reproductive performance of broiler breeder hens.* Poultry Science, 93(4), 959-969. doi.org/10.3382/ps.2013-03598
 34. Yang, Y. Feng, Xing, G., Zhong, Li, S., Fen, Shao, Y., Xin, Zhang, L., Yang, Lu, L., Luo, X. Gang, & Liao, X. Dong. (2020). *Effect of dietary calcium or phosphorus deficiency on bone development and related calcium or phosphorus metabolic utilization parameters of broilers from 22 to 42 days of age.* Journal of Integrative Agriculture, 19(11), 2775-2783. doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63302-0
 - Yitbarek, A., Rodriguez-Lecompte, J. C., Echeverry, H, Munyaka, P., Barjesteh, N., Sharif, S. & Camelo-histomorphology, and Toll-like Jaimes, G. (2013). *Performance, receptor, chemokine, and cytokine profile locally and systemically in broiler chickens fed diets*

supplemented with yeast-derived macromolecules. Poultry Science, 92(9), 2299-2310. doi.org/10.3382/ps.2013-03141.

Anexos.

Anexo 1. Prueba de homogeneidad de varianza de Leven, pesos iniciales de pavos Hybrad, sexta semanas de edad, tratados con sales minerales orgánicas y nucleótidos.

		Levene	gl1	gl2	Sig.
Ganancia de peso	Se basa en la media	1,386	5	84	,238
	Se basa en la mediana	,855	5	84	,515
	Se basa en la mediana y gl ajustado	,855	5	71,037	,515
	Se basa en la media recortada	1,326	5	84	,261

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$

Ha: Alguna media no es igual

La prueba de Homogeneidad de varianza de Levene es no significativa por lo tanto la media de los tratamientos son iguales, aceptamos la hipótesis Ho

Anexo 2. Análisis de variancia de pesos de pavos en crecimiento, machos de línea genética Hybrad tratados con minerales orgánicos y nucleótidos edad décima semana de

Origen	Suma de cuasad.	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1,311 ^a	5	,262	9,526	,000
Niveles de mineral orgánico	,640	2	,320	11,632	,000
Niveles de nucleótidos	,044	1	,044	1,596	,210
Mineral x nucleótidos	,627	2	,313	11,384	,000
Error	2,312	84	,028		
Total	3,622	89			

Anexo 3. Análisis de variancia de pesos de pavos en crecimiento, machos de línea genética Hybrad tratados con minerales orgánicos y nucleótidos edad décima sexta semana de edad

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	2,587 ^a	5	,517	31,897	,000
Niveles de mineral org.	1,672	2	,836	51,526	,000
Niveles de nucleótidos	,215	1	,215	13,260	,000
Mineral x nucleótido	,700	2	,350	21,587	,000
Error	1,363	84	,016		
Total	3,950	89			