

**Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con
Sulfato de Zn en la producción de pollos de
engorde hasta los 42 días de edad**

**Ana Lisbeth Beltrán Rodríguez
Blas Norberto Cabrera Quesada**

Zamorano, Honduras
Diciembre; 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn en pollos de engorde hasta los 42 días de edad

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Ana Lisbeth Beltrán Rodríguez
Blas Norberto Cabrera Quesada**

Zamorano, Honduras
Diciembre; 2009

Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn en la producción de pollos de engorde hasta los 42 días de edad

Presentado por:

Ana Lisbeth Beltrán Rodríguez
Blas Norberto Cabrera Quesada

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director
Carrera Ciencia y Producción
Agropecuaria

Gerardo Murillo, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador del Área de Zootecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Beltrán, AL; Cabrera, BN. 2009. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn para la producción de pollos de engorde hasta los 42 días de edad. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Los minerales orgánicos ha sido utilizado en la alimentación animal por su mayor biodisponibilidad de los minerales en comparación con los minerales inorgánicos. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de minerales orgánicos (Mintrex[®] Zn) en combinación con minerales inorgánicos (Sulfato de Zn) en el rendimiento de pollos de engorde alimentados con Sulfato de Zn a niveles de la National Research Council (NRC) y el industrial en diferentes tasas de sustitución (25, 50, 75 y 100% de Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn) y determinar la combinación óptima de Mintrex[®] Zn con Sulfato de Zn bajo condiciones comerciales hasta los 42 días de edad. El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano, se utilizaron 3,136 pollos machos de la línea Arbor Acres Plus[®] × Ross[®], en 56 corrales de 1.25 × 3.75 m. El clima del galpón se controló con criaderos a gas y ventiladores. El consumo de alimento y de agua fue *ad libitum* utilizando bebederos de nipple y comederos de tolva. Las variables analizadas fueron: peso corporal, consumo alimenticio, índice de conversión alimenticia, ganancia de peso, peso en canal, rendimiento en canal, rendimiento de pechuga (pectorales mayores y pectorales menores), rendimiento de corte frontal y trasero, y rendimiento de alas a los 42 días de edad. No se encontró diferencias ($P>0.05$) en ninguna de las variables analizadas, excepto en conversión alimenticia, en el cual a los 28 y 42 días se encontró diferencia ($P<0.05$) donde las conversiones más altas se obtuvieron con el uso de minerales inorgánicos. En la ganancia de peso en el día 21 se encontró diferencia ($P<0.05$) donde el tratamiento con minerales orgánicos presentó mayores ganancias de peso, en comparación con el tratamiento de minerales inorgánicos, pero esta tendencia no se mantuvo al finalizar el ciclo de producción.

Palabras clave: Minerales orgánicos, inorgánicos, pollo de engorde, zinc.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	11
5. RECOMENDACIONES.....	12
6. LITERATURA CITADA	13

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Descripción de los tratamientos.....	4
2. Efecto de Mintrex [®] Zn en combinación con Sulfato de Zn en el peso corporal.....	5
3. Efecto de Mintrex [®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre el consumo de alimento.	6
4. Efecto de Mintrex [®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre la conversión alimenticia.....	7
5. Efecto de Mintrex [®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre la mortalidad.....	8
6. Efecto de Mintrex [®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre la ganancia de peso.....	9
7. Efecto de Mintrex [®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre el peso en canal, rendimiento en canal, corte frontal, corte trasero, alas, pectorales mayores y pectorales menores.....	10

1. INTRODUCCIÓN

Los minerales Zn, Mn y Cu son necesarios para una variedad de procesos fisiológicos en todos los animales (Underwood y Suttle 2001). Los Minerales Trazas Orgánicos (MTO) se utilizan en la alimentación animal para proporcionar una mayor biodisponibilidad de minerales en comparación con los Minerales Trazas Inorgánicos (MTI), ya que la absorción de los MTI podría estar limitado por su tendencia a formar complejos con componentes dietéticos o interferir unos con otros (Leeson y Summers 2001; Underwood y Suttle 2001; Dibner *et al.* 2004). Las formas orgánicas de los minerales como Zn, Mn y Cu, son ampliamente utilizados en la producción pecuaria, y la mayor disponibilidad de las formas orgánicas en comparación con las formas inorgánicas ha sido demostrada (Paik *et al.* 1999; Cao *et al.* 2000; Guo *et al.* 2001; Leeson, 2005; Yan y Waldroup 2006).

El Zinc se utiliza principalmente en las dietas de reproductoras para mejorar la inmunidad, la fertilidad y la incubabilidad. El Zinc es uno de los componentes de los metales de enzimas celulares y como tal, es esencial en los procesos tanto de proliferación, como en la muerte de células, en el desarrollo inmunológico, la reproducción, la regulación de genes y la defensa contra daños por estrés oxidativo (Shankar y Prasad 1998; Underwood y Suttle 1999; Blanchard *et al.* 2001; Ho *et al.* 2003). Por tanto, la deficiencia de Zinc puede influir de forma negativa en estas funciones. Además, la deficiencia de Zinc resulta en una expresión aberrante en una variedad de genes, que a su vez pueden dar lugar a una serie de problemas de salud y rendimiento (Underwood y Suttle 1999; Blanchard *et al.* 2001). En la situación actual de la industria de aves de corral, el uso de MTO es limitado. Hay muy poco uso en los pollos de engorde. En ocasiones el Zinc es añadido en la comida para ayudar a controlar los problemas de patas y el desafío de enfermedades (Underwood y Suttle 1999).

Diversos estudios demuestran que los MTO como los quelatos de Mintrex aumentan la biodisponibilidad de minerales (Dibner *et al.* 2004; Dibner y Buttin 2002; Yan y Waldroup 2006). El mecanismo fundamental de la absorción de Mintrex a nivel del epitelio intestinal no se conoce completamente. Lo más probable es que al ligar quelatos orgánicos y minerales, estos se disocian en el ambiente ácido de las capas y no se remueven a lo largo de la mucosa intestinal del tracto digestivo proximal (Dibner y Buttin 2002). La disociación de la molécula de quelato puede estar mediada por la acidez propia del microclima, por el transporte de minerales en el epitelio intestinal. Es importante señalar que el transporte de minerales tiene afinidad por sus respectivos metales, el orden de magnitud es mayor que la afinidad de los metales expuestos por los minerales comerciales, incluyendo el 2- hidroxí-4-(metiltio) butanoico (HMTBA) la cual es única en aminoácidos y cadenas cortas de polipéptidos (Gaither y Eide 2001; Dufner-Beattie *et al.* 2003).

El HMBTA libre es absorbido principalmente en el tracto gastrointestinal superior de los pollitos. El HMBTA en Mintrex[®] Zn es un complejo con Zn y por lo tanto no es libre, ya que los ácidos orgánicos lipofílicos se difundirían en las células, incluso en el bajo pH del tracto gastrointestinal superior (Robbins *et al.* 1979).

Recientemente se ha investigado no sólo la exigencia de Zn, Mn y Cu, sino también los niveles óptimos para combinar los minerales orgánicos e inorgánicos. Los datos sugieren que una combinación de minerales orgánicos e inorgánicos proporciona una mejor conversión alimenticia y peso corporal en comparación con el uso total de minerales inorgánicos. Sin embargo, la sustitución del 100% de los minerales inorgánicos con minerales orgánicos, muestran resultados más pobres en el rendimiento (NRC 1994).

Los objetivos de este estudio fueron determinar el efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zinc sobre el rendimiento de pollos de engorde alimentados con Zinc a niveles de la NRC y el industrial hasta los 42 días de edad y determinar la combinación óptima de minerales orgánicos e inorgánicos (Zn, Mn y Cu) en condiciones comerciales para pollos de engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre septiembre y octubre del 2009 en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. Con una temperatura promedio anual de 24°C, una precipitación anual de 1100 mm y a una altura de 800 msnm.

Se utilizaron 3,136 pollos machos de la línea Arbor Acres Plus[®] x Ross[®], de la empresa CADECA. El galpón contó con 56 corrales de 1.25 x 3.75 m. Se utilizaron 56 aves por corral a una densidad de 12 pollos por metro cuadrado. El período de levante de los pollos se controló con criaderos a gas y ventiladores, el consumo de alimento y agua fue *ad libitum* usando bebederos de nipple y comederos de tolva. Los 7 tratamientos utilizados en el estudio se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1*	Premezcla de minerales conteniendo Zn, Mn y Cu utilizando niveles industriales de 80, 100 y 10 ppm
T2*	Premezcla de minerales conteniendo Zn, Mn y Cu utilizando niveles NRC de 40, 60 y 8 ppm
T3*	Niveles de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus de 60, 80 y 6 ppm
T4	TRT 3 y sustitución de 25% del Sulfato de Zn con Mintrex [®] Zn
T5	TRT 3 y sustitución de 50% del Sulfato de Zn con Mintrex [®] Zn
T6	TRT 3 y sustitución de 75% del Sulfato de Zn con Mintrex [®] Zn
T7	TRT 3 y sustitución de 100% del Sulfato de Zn con Mintrex [®] Zn

* Tratamientos con minerales inorgánicos

La toma de datos se realizó cada semana, tomando como unidad experimental cada corral. Las variables analizadas fueron: peso corporal para lo cual se pesó el corral en su totalidad. Consumo de alimento, calculado con la diferencia entre el concentrado ofrecido y el rechazado al final de la semana. Conversión acumulada, se utilizó el peso corporal y el consumo de alimento acumulado, la división entre ambas es el resultado de la conversión acumulada. Mortalidad por corral, se registró diariamente. La ganancia de peso se calculó por diferencia entre el peso del pollo entre semanas.

Para los datos de proceso, se tomaron al azar 5 pollos al azar y se determinó el rendimiento en la canal caliente (sin menudo). Rendimiento de la pechuga deshuesada (pectorales mayores y menores), rendimiento del corte frontal y trasero, y rendimiento de alas en proporción con la canal.

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con siete tratamientos y ocho repeticiones por tratamiento distribuidos en 56 corrales experimentales. Los resultados se analizaron con un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el Modelo Lineal General (MLG), la diferencia de medias LS MEANS del programa Statistical Analysis System (SAS[®] 2007). El nivel de probabilidad usado fue de ($P < 0.05$). Los datos porcentuales se corrigieron usando la función arco-seno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso Corporal

No se encontró diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos en todo el ciclo de producción (Cuadro 2). Estos resultados difieren de los obtenidos por Yi *et al.* (2007), quienes obtuvieron mejores resultados en peso corporal al utilizar Mintrex[®] como una fuente de minerales orgánicos en pollos de engorde y con los de Richards *et al.* (2006) quienes obtuvieron mejor peso corporal al utilizar Mintrex[®] Zn y Mintrex[®] Cu en pollos de engorde.

Cuadro 2. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn en el peso corporal

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1*	138.2	382.7	728.4	1116.9	1666.4	2022.3
T2*	135.8	376.5	729.5	1125.9	1666.5	2035.2
T3*	136.4	380.6	755.8	1133.6	1676.2	2060.7
T4	133.7	374.3	748.4	1165.8	1715.9	2071.8
T5	136.9	380.2	757.9	1168.3	1714.4	2102.1
T6	133.9	377.1	747.5	1173.0	1725.5	2085.2
T7	135.9	381.8	766.5	1159.0	1708.9	2076.8
P ¹	0.5111	0.8465	0.1833	0.1882	0.3566	0.2038
CV ²	3.57	3.50	4.33	4.53	3.99	3.14

T1: Zn, Mn y Cu niveles industriales (80, 100, 10 ppm)

T2: Zn, Mn y Cu niveles NRC (40, 60 y 8 ppm)

T3: Nivele de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus (60, 80 y 6 ppm)

T4: T3 25% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T5: T3 50% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T6: T3 75% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T7: T3 100% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

¹P: Probabilidad

²CV: Coeficiente de variación

* Tratamientos con minerales inorgánicos

Consumo de Alimento

No se encontró diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos en todo el ciclo de producción (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Cao *et al.* (2000) quienes no encontraron diferencias ($P>0.05$) en el consumo de alimento al suplementar con Zinc orgánico la dieta de pollos de engorde.

Cuadro 3. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre el consumo de alimento

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1*	147.0	530.6	1135.3	2020.0	3232.5	4035.9
T2*	148.1	525.4	1134.3	1979.9	3170.6	4015.1
T3*	149.3	527.0	1132.1	1932.4	3142.3	3972.9
T4	147.0	523.6	1144.9	1994.8	3184.0	4036.7
T5	149.8	532.7	1146.6	1962.8	3186.4	3918.1
T6	145.8	520.1	1127.9	1970.9	3192.6	4021.2
T7	149.8	524.8	1138.1	1977.0	3179.1	4055.5
P ¹	0.7892	0.8030	0.9227	0.6727	0.7888	0.6720
CV ²	4.16	3.23	2.96	4.72	3.30	4.07

T1: Zn, Mn y Cu niveles industriales (80, 100, 10 ppm)

T2: Zn, Mn y Cu niveles NRC (40, 60 y 8 ppm)

T3: Niveles de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus (60, 80 y 6 ppm)

T4: T3 25% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T5: T3 50% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T6: T3 75% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T7: T3 100% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

¹P: Probabilidad

²CV: Coeficiente de variación

* Tratamientos con minerales inorgánicos

Conversión Alimenticia

Se encontró diferencias ($P < 0.05$) en los días 28 y 42 (Cuadro 4). En el día 28 en el tratamiento 1, donde se utilizaron minerales inorgánicos a niveles industriales se obtuvo la mayor conversión alimenticia. En el día 42 el tratamiento 5 obtuvo la menor conversión alimenticia en comparación de los otros tratamientos que tuvieron tendencias similares al finalizar el ciclo de producción. Estos resultados son similares a los obtenidos por Yi *et al.* (2007), quienes utilizaron Mintrex[®] como fuente de minerales orgánicos en pollos de engorde, pero no concuerdan con los obtenidos por Richards *et al.* (2006), quienes utilizaron Mintrex[®] Zn y Mintrex[®] Cu en pollos de engorde y no tuvieron diferencias ($P > 0.05$) en la conversión alimenticia.

Cuadro 4. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre la conversión alimenticia*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1*	1.06	1.24	1.56	1.81 ^a	1.94	2.00 ^a
T2*	1.09	1.25	1.56	1.76 ^{ab}	1.91	1.97 ^a
T3*	1.10	1.24	1.50	1.71 ^{ab}	1.88	1.93 ^{ab}
T4	1.10	1.25	1.53	1.71 ^{ab}	1.86	1.95 ^{ab}
T5	1.10	1.26	1.51	1.68 ^b	1.86	1.86 ^b
T6	1.09	1.24	1.51	1.68 ^b	1.85	1.93 ^{ab}
T7	1.10	1.23	1.49	1.71 ^{ab}	1.86	1.95 ^{ab}
P ¹	0.6921	0.9419	0.0514	0.0294	0.1259	0.0120
CV ²	4.20	3.61	3.45	4.69	3.69	3.41

T1: Zn, Mn y Cu niveles industriales (80, 100, 10 ppm)

T2: Zn, Mn y Cu niveles NRC (40, 60 y 8 ppm)

T3: Niveles de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus (60, 80 y 6 ppm)

T4: T3 25% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T5: T3 50% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T6: T3 75% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T7: T3 100% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

¹P: Probabilidad

²CV: Coeficiente de variación

* Tratamientos con minerales inorgánicos

* Tratamientos en cada columna a los 28 y 42 días con letra diferente son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

Mortalidad

No se encontró diferencias ($P>0.05$) en ningún tratamiento (Cuadro 5). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Cao *et al.* (2000), quienes suplementaron Zinc orgánico en la dieta de pollos de engorde y no tuvieron diferencias en el porcentaje de mortalidad.

Cuadro 5. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre la mortalidad

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1*	0.00	0.22	1.32	2.19	2.19	2.19
T2*	0.66	0.88	1.98	2.64	2.86	2.86
T3*	0.00	0.88	1.32	1.54	1.99	1.99
T4	0.00	1.10	1.32	1.98	1.98	1.98
T5	0.22	0.88	1.10	1.54	1.54	1.54
T6	0.44	1.55	1.99	2.21	2.21	2.21
T7	0.44	0.66	1.32	1.32	1.32	1.32
P ¹	0.2034	0.6221	0.9549	0.8534	0.8480	0.7360
CV ²	245.76	122.70	76.46	61.74	62.57	56.22

T1: Zn, Mn y Cu niveles industriales (80, 100, 10 ppm)

T2: Zn, Mn y Cu niveles NRC (40, 60 y 8 ppm)

T3: Niveles de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus (60, 80 y 6 ppm)

T4: T3 25% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T5: T3 50% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T6: T3 75% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T7: T3 100% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

¹P: Probabilidad

²CV: Coeficiente de variación

* Tratamientos con minerales inorgánicos

Ganancia de Peso

Se encontró diferencias ($P < 0.05$) en el día 21 (Cuadro 6), cuando el tratamiento 1 donde se utilizó minerales inorgánicos a niveles industriales obtuvo la menor ganancia de peso (345.7 vs. 384.7) en comparación con los demás tratamientos que fueron similares. Sin embargo, esta tendencia no se mantuvo al finalizar el ciclo de producción. Estos resultados difieren de los de Richards *et al.* (2006) quienes utilizaron Mintrex[®] Zn y Mintrex[®] Cu en pollos de engorde y obtuvieron mejor ganancia de peso al utilizar Mintrex[®] Zn al igual que los obtenidos por Yi *et al.* (2007).

Cuadro 6. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre la ganancia de peso*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1*	93.3	244.5	345.7 ^b	388.5	549.5	355.9
T2*	90.9	240.7	353.0 ^{ab}	396.4	540.6	368.7
T3*	91.7	244.1	375.2 ^{ab}	377.8	542.6	384.5
T4	89.0	240.6	374.1 ^{ab}	417.4	550.1	355.9
T5	92.0	243.4	377.7 ^{ab}	410.4	546.1	387.7
T6	88.8	243.2	370.4 ^{ab}	425.5	552.5	359.7
T7	91.2	245.8	384.7 ^a	392.4	550.0	367.9
P ¹	0.5118	0.9225	0.0200	0.3094	0.9994	0.8367
CV ²	5.31	3.99	6.38	10.83	10.21	14.84

T1: Zn, Mn y Cu niveles industriales (80, 100, 10 ppm)

T2: Zn, Mn y Cu niveles NRC (40, 60 y 8 ppm)

T3: Niveles de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus C (60, 80 y 6 ppm)

T4: T3 25% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T5: T3 50% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T6: T3 75% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T7: T3 100% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

¹P: Probabilidad

²CV: Coeficiente de variación

* Tratamientos con minerales inorgánicos

* Tratamientos en cada columna a los 28 y 42 días con letra diferente son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

Peso y rendimiento en canal

No se encontró diferencias ($P>0.05$) en las variables: peso en canal, rendimiento en canal, corte frontal y trasero, alas, pectorales mayores y pectorales menores a los 42 días de edad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de Mintrex[®] Zn en combinación con Sulfato de Zn sobre el peso en canal, rendimiento en canal, corte frontal, corte trasero, alas, pectorales mayores y pectorales menores

Tratamientos	Peso en canal (g)	Rendimiento (%)					
		Canal	Frontal	Trasero	Alas	Pectorales mayores	Pectorales menores
T1*	1463.7	69.0	53.9	46.1	12.0	21.4	6.5
T2*	1487.1	69.7	53.2	45.8	11.9	21.5	5.9
T3*	1500.7	66.7	54.2	46.3	11.9	21.1	5.9
T4	1525.0	72.4	53.9	45.3	11.9	21.3	6.5
T5	1497.7	67.8	55.3	46.8	12.2	21.6	5.8
T6	1521.4	68.4	54.2	45.6	11.7	20.7	5.6
T7	1554.3	69.2	53.0	45.1	11.3	21.2	6.0
P ¹	0.3850	0.1857	0.1244	0.3851	0.1389	0.9009	0.4326
CV ²	5.28	5.87	3.02	3.52	5.04	6.86	12.46

T1: Zn, Mn y Cu niveles industriales (80, 100, 10 ppm)

T2: Zn, Mn y Cu niveles NRC (40, 60 y 8 ppm)

T3: Niveles de Zn, Mn y Cu recomendados por Novus (60, 80 y 6 ppm)

T4: T3 25% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T5: T3 50% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T6: T3 75% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

T7: T3 100% del Sulfato de Zn por Mintrex[®] Zn

¹P: Probabilidad

²CV: Coeficiente de variación

* Tratamientos con minerales inorgánicos

4. CONCLUSIONES

- No se encontró ningún efecto al sustituir el 25, 50, 75 y 100% de Mintrex[®] Zn por Sulfato de Zn en las variables medidas, a excepción de la conversión alimenticia.
- Las conversiones más altas se obtuvieron con el uso de minerales inorgánicos.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios cambiando los niveles de inclusión de Mintrex[®] Zn ya sea a niveles industriales o a niveles de la NRC.
- Realizar un estudio económico sobre el uso de Mintrex[®] Zn en la dieta de pollos de engorde.

6. LITERATURA CITADA

Blanchard, RK; Moore, JB; Green, CL; Cousins, RJ. 2001. Modulation of intestinal gene expression by dietary zinc status: effectiveness of cDNA arrays for expression profiling of a single nutrient deficiency. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98: 13507-13513.

Cao, J; Henry, PR; Guo, R; Holwerda, RA; Toth, JP; Littell, RC; Miles, RD; Ammerman, CB. 2000. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic zinc sources for poultry and ruminants. *Journal of Animal Science* 78: 2039-2054.

Dibner, JJ; Buttin, P. 2002. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research* 11: 453-463.

Dibner, JJ; Trehy, M; Schasteen, CS.; Hume, JA. 2004. Use of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid (HMTBA) as a ligand for organic trace minerals. *Journal of Poultry Science* 83(Suppl.1):832. (Abstr.)

Dufner-Beattie, J; Langmeade, SJ; Wang, F; Eide, D; Andrews, GK. 2003. Structure, function and regulation of a subfamily of mouse zinc transporter genes. *Journal of Biological Chemistry* 278: 50142-50150.

Gaither, LA; Eide, DJ. 2001. Eukaryotic zinc transporters and their regulation. *Biometals* 14: 251-270.

Guo, R; Henry, PR; Holwerda, RA; Cao, J; Littell, RC; Miles, RD; Ammerman, CB. 2001. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. *Journal of Animal Science* 79: 1132-1141.

Ho, E; Courtemanche, C; Ames, BN. 2003. Zinc deficiency induces oxidative DNA damage and increases p53 expression in human lung fibroblast. *Journal of Nutrition* 133: 2543-2548.

Leeson, S. 2005. Trace mineral requirements of poultry -validity of the NRC recommendations. In *Redefining Mineral Nutrition*. Taylor-Pickard, JA; Tucker, Nottingham Univ. Press, UK. p. 107-117.

Leeson, S; Summers, J. 2001. *Scott's Nutrition of the Chicken*. Univ. Books, Gueph, Ontario, Canandá. s.p.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington, DC.

Paik, IK; Seo, SH; Um, JS; Chang, MB; Lee, BH. 1999. Effects of supplementary copper chelate on the performance and cholesterol level in plasma and breast muscle of broiler chickens. *Journal of Animal Science* 12: 794-798.

Richards, J; Hampton, T; Wuelling, C; Wehmeyer, M; Dibner, J. 2006. Mintrex Zn y Mintrex Cu organic trace minerals improve intestinal strength and immune responses to coccidiosis infection and/or vaccination in broilers. *Proceedings 2006 International Poultry Sciences. Forum, Atlanta, GA. US Poultry Egg Association; Tucker, GA, USA.*

Robbins, KR; Norton, HW; Baker, DH. 1979. Estimation of nutrient requirements from growth data. *Journal of Nutrition* 109: 1710-1714.

SAS (SAS Institute Inc, Us), 2007. SAS user's Guide Statistic. Version 9 edition. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Shankar, AH; Prasad, AS. 1998. Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *American Journal of Clinical Nutrition* 68: 447S-463S.

Underwood, E; Suttle, N. 1999. *The mineral nutrition of livestock. 3rd Edition. CABI Publishing, New York. s.p.*

Underwood, E; Suttle, N. 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock. CABI Publishing, London, UK. s.p.*

Yan, F; Waldroup, PW. 2006. Evaluation of Mintrex manganese as a source of manganese for young broilers. *Journal of Poultry Science* 5: 708-713.

Yi, GF; Atwell, CA; Hume, JA; Dibner, JJ; Knight, CD; Richards, JD. 2007. Determining the methionine activity of Mintrex organic trace minerals in broiler chicks by using radiolabel tracing or growth assay. *Journal of Poultry Science* 86: 877-887.