

**Efecto de la sal MHA-Ca comparada con DL
Metionina sobre el crecimiento y las
características de la canal en pollos de
engorde**

**Silfredo Antonio Martínez Reyes
Carlos Emilio Mendoza Amador**

Zamorano, Honduras

Noviembre; 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto de la sal MHA-Ca comparada con DL Metionina sobre el crecimiento y las características de la canal en pollos de engorde

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

Presentado por:

Silfredo Antonio Martínez Reyes
Carlos Emilio Mendoza Amador

Zamorano, Honduras

RESUMEN

Martínez Reyes, S.A., y C.E. Mendoza Amador. 2012. Efecto de la sal MHA-Ca comparada con DL Metionina sobre el crecimiento y las características de la canal en pollos de engorde. Proyecto especial del programa de Ingeniería Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 16 p.

En dietas comerciales de aves, la metionina es usualmente el aminoácido más limitante y es suplementado para satisfacer los requerimientos y obtener un desempeño óptimo. Se evaluó el efecto de dos fuentes comerciales de metionina: la sal Metionina Hidroxi-Análoga Cálcica (MHA-Ca) y la DL-metionina (DL-M). La investigación se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se alimentaron 3,192 pollos machos de la línea comercial Arbor Acres[®] Plus, desde el primer día de nacidos hasta los 42 días de edad, en 56 corrales experimentales, cada uno con capacidad para 57 aves. Se usaron 7 tratamientos (150%, 100%, 50% y 0%) que fueron distribuidos en los 56 corrales experimentales en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 8 repeticiones por tratamiento. No se encontró diferencia ($P>0.05$) entre las fuentes de metionina, pero si hubo diferencia ($P<0.05$) entre los diferentes niveles suplementados, siendo 100% de inclusión, el que presentó los mejores índices productivos. El tratamiento con el 100% del nivel de metionina fue el que mejor desempeño obtuvo, entre las fuentes de metionina no hubo diferencia debido a que estaban igualmente formuladas, ya que 650 g de DL-metionina sustituyen a 1000 g de MHA-Ca.

Palabras clave: Aminoácidos, dietas, peso corporal.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4. CONCLUSIONES	13
5. RECOMENDACIONES	14
6. LITERATURA CITADA	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Distribucion de los tratamientos	2
2. Composición de las dietas experimentales de 1 a 21 días de edad.....	4
3. Composición de las dietas experimentales de 22 a 42 días de edad.....	5
4. Efecto de los tratamientos en el peso corporal (g/ave).....	7
5. Efecto de los tratamientos en el consumo alimenticio acumulado (g/ave).....	8
6. Efecto de los tratamientos en el índice de conversión alimenticia acumulada (g:g)..	9
7. Efecto de los tratamientos en la ganancia de peso corporal (g/ave).....	10
8. Efecto de los tratamientos en la mortalidad acumulada (%)......	11
9. Efecto de los tratamientos en el peso de la canal (g/ave), rendimiento de la canal (%) y rendimiento de pectorales (%)......	12

1. INTRODUCCIÓN

La metionina es un aminoácido esencial y el más limitante en la nutrición de las aves. Los nutricionistas han optado por satisfacer los requerimientos adicionándola al alimento. Ha sido demostrado que es más económico y nutricionalmente más razonable evitar niveles excesivos de proteína desbalanceada en el alimento ya que lo hace más costoso y perjudicial al desarrollo del animal (Binder y Lemme 2007).

En las dietas compuestas de maíz y harina de soya, los aminoácidos sulfurados son los más limitantes. Los ingredientes protéicos como la harina de soya, la semilla de algodón, la harina de plumas y la harina de maní tampoco alcanzan los requerimientos de metionina en el ave (Cuca y Ávila 1978).

Tradicionalmente se han usado dos productos: DL-metionina (DL-M) con un 99% de disponibilidad y MHA-FA (metionina hidroxí-análogo ácido libre) metionina líquida, que contiene 12% de agua, 65% monomérico y 23% di- y oligomérico MHA-FA. Recientemente fue re-introducido al mercado un tercer producto: MHA-Ca (Metionina Hidroxí-Análoga Cálrica), que es un suplemento sólido que contiene al menos 84% de un Hidroxí-Análogo monomérico, 14% de calcio y 2% de agua (Binder y Lemme 2007).

Esteve-García (1988) encontró en cuatro experimentos que la DL-metionina (DL-M) es casi completamente absorbida al final del intestino delgado; Esteve-García y Austic (1993) rastrearon la absorción de MHA-Ca y DL-M a través del intestino delgado y observaron que la DL-M es absorbida con mayor rapidez y más eficientemente en el intestino delgado que la MHA-Ca. Estudios comparativos entre DL-M y MHA-Ca, tuvieron como resultados que la ganancia de peso, y el consumo de alimento es mayor con DL-M que con MHA-Ca (Evonik 2008). En cambio el consumo de alimento y la ganancia de peso es igual usando DL-M o MHA-FA (Evonik 2008)

Basados en lo anterior, se realizó una investigación que tuvo como objetivo comparar los efectos de la sal MHA-Ca con los de DL-M sobre el desarrollo de pollos de engorde con una alimentación comercial (maíz y harina de soya).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre abril y mayo del 2012, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, a 32 km. de Tegucigalpa, Honduras, a 800 msnm, con una temperatura y precipitación promedio anual de 24° C y de 1,100 mm respectivamente.

Se utilizaron 3,192 pollos machos de la línea Arbor Acres® Plus, adquiridos en la empresa CADECA S.A. El galpón contó con 56 corrales de 1.25 x 3.75 m. en los que se alojaron 57 aves por corral a una densidad de 12 pollos por metro cuadrado. La temperatura en la etapa de levante los pollos se controló con criaderos de gas y ventiladores, el consumo de alimento y agua fue *ad libitum* usando bebederos de niple y comederos de tolva.

Se utilizaron dos fuentes de metionina (MHA-Ca y DL-M) y tres niveles de adición de metionina: 50%, 100%, 150% y un testigo sin metionina en la dieta, dando un total de 7 tratamientos (Cuadro 1) que fueron distribuidos en los 56 corrales experimentales en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 8 repeticiones por tratamiento.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina
T2	Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente
T3	Basal + DL-M reemplazando MHA-CA de T2 con 65% a base de producto
T4	Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2
T5	Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3
T6	Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2
T7	Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

Las variables analizadas fueron: Peso corporal (g/ave): Al final de cada semana se pesó el 50% de los pollos de cada corral durante los 42 días del estudio. Consumo alimenticio (g/ave): se calculó la diferencia entre el concentrado ofrecido y el sobrante al final de cada semana para todos los corrales. Índice de conversión alimenticia acumulado (g:g): se calculó a partir de la relación entre el consumo de alimento acumulado y el peso corporal de cada semana. Mortalidad por corral (%): se registró diariamente el peso de los pollos muertos. Ganancia de peso (g/ave): se calculó mediante la diferencia entre el peso final e inicial del pollo de cada semana. Al final del estudio se tomaron seis pollos de cada corral

y se midieron las variables: Peso en canal (g/ave): es el peso del pollo sin menudo (corazón, cuello, hígado, molleja, patas y plumas). Rendimiento en canal caliente (%): se calculó dividiendo el peso en canal entre el peso vivo. Rendimiento de pectorales totales (%): se separó el músculo de la pechuga del hueso del esternón o quillas y se calculó dividiendo el peso del pectoral entre el peso de la canal.

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el Modelo Lineal General (GLM). Se utilizó la diferencia de medias LSMeans y la separación de medias se realizó con la prueba SNK con la ayuda del programa estadístico Statistics Analysis System (SAS 2009). El nivel de significancia exigido fue $P < 0.05$. Los datos porcentuales como mortalidad, rendimiento de canal y rendimiento de pechuga mayor y menor, se corrigieron usando la función arco-seno.

En los cuadros 2 y 3 se puede observar la composición de las dietas de cada etapa que se utilizaron en este ensayo.

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales de 1 a 21 días de edad.

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	(%)						
Maíz	52.43	52.08	52.20	52.25	52.31	51.90	52.08
Harina de Soya	40.33	40.33	40.33	40.33	40.33	40.33	40.33
Carbonato Ca	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Fosfato Dicalcico	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
NaCl	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Premezcla V+M ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
BioMos ^{®2}	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Coban 60 ^{®3}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47
DL-Metionina	0.00	0.00	0.23	0.00	0.12	0.00	0.35
MHA-Ca ^{®4}	0.00	0.35	0	0.18	0.00	0.53	0.00
L-Lisina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Treonina	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Análisis Calculado							
ME Kcal/kg	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Ca	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P Disponible	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
TSAA/Lis	0.62	0.91	0.85	0.77	0.74	1.07	0.97
Lisina	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
Treonina/Lis	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
Triptófano/Lis	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Isoleucine/Lis	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Valina/Lis	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

T1: Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina; T2: Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente; T3: Basal + DLM reemplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto; T4: Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2; T5: Basal + 50% DLM de lo agregado en T3; T6: Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2; T7: Basal + 150% de DLM de lo agregado en T3.
¹Premezcla vitamina y minerales: Vitamina A, 10000 UI/kg; Vitamina D₃, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K₃, 2.0 mg; Vitamina B₂, 6.0 mg; Vitamina B₆, 3.5 mg; Vitamina B₁₂, 18 mg; Niacina, 60 mg; Acido Pantotenico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Acido Folico, 0.75 Mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

²Bio-Mos[®]: Probioticos; levadura de cerveza seca y soluble fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*; Alltech, Lexington, Kentucky, USA. ³Coban 60[®]: Coccidiostato; Elanco. ⁴MHA-CA[®] Novus, St. Luis, Missouri.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales de 22 a 42 días de edad.

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	(%)						
Maíz	60.39	60.10	60.20	60.24	60.29	59.95	60.10
Harina de Soya	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04	31.04
Carbonato Ca	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Fosfato Dicalcico	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
NaCl	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Premezcla V+M ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
BioMos ^{®2}	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Coban 60 ^{®3}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99
DL-Metionina	0.00	0.00	0.19	0.00	0.10	0.00	0.29
MHA-Ca ^{®4}	0.00	0.29	0.00	0.15	0.00	0.44	0.00
L-Lisina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Treonina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Análisis Calculado							
ME Kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
P Disponible	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
TSAA/Lis	0.53	0.77	0.72	0.66	0.63	0.90	0.82
Lisina	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Treonina/Lis	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Triptófano/Lis	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Isoleucine/Lis	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Valina/Lis	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82

T1: Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina; T2: Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente; T3: Basal + DLM reemplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto; T4: Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2; T5: Basal + 50% DLM de lo agregado en T3; T6: Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2; T7: Basal + 150% de DLM de lo agregado en T3.
¹Premezcla vitamina y minerales: Vitamina A, 10000 UI/kg; Vitamina D₃, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K3, 2.0 mg; Vitamina B2, 6.0 mg; Vitamina B6, 3.5 mg; Vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Acido Pantotenico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Acido Folico, 0.75 Mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

²Bio-Mos[®] : Probioticos; levadura de cerveza seca y soluble fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*; Alltech, Lexington, Kentucky, USA. ³Coban 60[®]: Coccidiostato; Elanco. ⁴MHA-CA[®] Novus, St. Luis, Missouri

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso Corporal. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las dietas con DL-M y MHA-Ca que aportan 100% de metionina requerida comercialmente (T2 y T3) (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con Sandoval y Ordoñez (2011) quienes no encontraron diferencias significativas entre las fuentes de metionina al 100% de adición. Estos resultados difieren con los obtenidos por Mac y Ramos (2006) quienes estudiaron la absorción de MHA-Ca y DL-M en el intestino delgado, concluyendo que la DL-M es absorbida más rápida y eficientemente en el intestino delgado que la MHA-Ca y que la eficiencia biológica de DL-M es mayor que la de MHA-Ca. De igual forma estos resultados difieren por los encontrados por Evonik (2008) y por Lemme *et al.* (2002) quienes encontraron que la dieta suplementada con DL-M fue la que obtuvo mayores pesos, posiblemente debido a que las dietas estaban formuladas igualmente: 650 g de DL-M igualaban a 1000g de MHA-Ca.

A los 14, 35 y 42 días se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas con DL-M y MHA-Ca que aportan 150% de metionina requerida comercialmente (T6 y T7). En las dietas que aportaban el 50% de la metionina requerida comercialmente (T4 y T5) solo se encontraron diferencias en el día 14. La dieta sin fuente de metionina fue la que mostró los pesos más bajos y fue significativamente diferente a las demás (T1). La metionina es el aminoácido más limitante para las aves y sí el nivel de metionina no está presente en la proporción adecuada, la productividad y el desempeño del pollo será reducido al nivel de metionina agregado (Christensen y Anderson 1980; Hoehler *et al.* 2005).

Los resultados obtenidos difieren con los de Lemme *et al.* (2002) quienes realizaron dos experimentos en los que midieron diferentes porcentajes de metionina en las dietas (0, 0.06, 0.12, 0.18 y 0.24%) y observaron que a medida disminuía el porcentaje de metionina en la dieta, también disminuía el peso del pollo.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en el peso corporal (g/ave)

	Edad (d)						
	1	7	14	21	28	35	42
T1	42.6	138.8 ^b	357.1 ^c	714.7 ^b	1217.5 ^c	1689.1 ^d	2230.3 ^d
T2	42.6	157.0 ^a	425.0 ^a	836.1 ^a	1447.5 ^a	1950.1 ^a	2564.7 ^{ab}
T3	43.2	150.8 ^a	418.2 ^{ab}	821.4 ^a	1418.8 ^{ab}	1987.8 ^{ab}	2581.0 ^a
T4	42.5	157.1 ^a	427.5 ^a	836.6 ^a	1399.0 ^{ab}	1894.6 ^{ab}	2486.8 ^{bc}
T5	42.6	148.3 ^a	404.7 ^b	798.3 ^a	1361.3 ^b	1826.0 ^{bc}	2455.1 ^c
T6	43.1	158.4 ^a	425.4 ^a	831.6 ^a	1436.5 ^{ab}	1897.0 ^{ab}	2559.1 ^{ab}
T7	42.8	156.4 ^a	406.3 ^b	805.1 ^a	1377.4 ^b	1788.7 ^c	2441.3 ^c
P ¹	0.5133	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV ²	1.84	5.53	3.47	4.08	4.17	3.49	2.64

^{abcd} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

T1=Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina

T2=Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente

T3= Basal + DL-M reemplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto

T4= Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T5=Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3

T6=Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T7=Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

¹P = Probabilidad

²CV: Coeficiente de Variación

Consumo de Alimento. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas que fueron suplementadas con 50, 100 y 150% comparadas a la dieta con 0% de metionina hasta el día 21. En el día 42 se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre T2, T3, T4 y T6 comparadas con T5 y T7. Estos resultados no coinciden con los encontrados por Tipton *et al.* (1964) que las dietas suplementadas con DL-M tienen mayor consumo que las dietas que fueron suplementadas con MHA-Ca.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en el consumo alimenticio acumulado (g/ave)

	Edad (d)					
	7	14	21	28	35	42
T1	146.0 ^b	507.7 ^b	1058.0 ^b	1970.81 ^c	2919.8 ^b	4162.8 ^d
T2	169.3 ^a	530.8 ^{ab}	1136.6 ^{ab}	2129.9 ^{ab}	3100.4 ^a	4399.1 ^{ab}
T3	158.6 ^a	549.8 ^{ab}	1159.1 ^a	2135.1 ^{ab}	3114.9 ^a	4437.7 ^a
T4	164.6 ^a	576.0 ^a	1194.0 ^a	2163.6 ^a	3128.1 ^a	4417.5 ^{ab}
T5	157.7 ^a	538.8 ^{ab}	1116.4 ^{ab}	2051.4 ^{bc}	3016.0 ^{ab}	4301.0 ^{bc}
T6	168.3 ^a	566.8 ^{ab}	1157.6 ^a	2143.8 ^{ab}	3120.7 ^a	4407.7 ^{ab}
T7	164.9 ^a	533.4 ^{ab}	1114.7 ^{ab}	2072.7 ^c	2921.8 ^b	4228.5 ^{cd}
P ¹	0.0006	0.0274	0.0017	0.0001	0.0001	0.0001
CV ²	6.31	7.35	5.19	3.39	2.68	2.17

^{abcd} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

T1=Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina

T2=Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente

T3= Basal + DL-M remplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto

T4= Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T5=Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3

T6=Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T7=Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

¹P = Probabilidad

²CV: Coeficiente de Variación

Índice de Conversión Alimenticia. No se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las dietas suplementadas con DL-M y MHA-Ca al día 42 (Cuadro 6). Estos resultados no concuerdan con los de Harms *et al.* (1976) quienes encontraron que la dieta suplementada con DL-M obtuvo una mejor conversión alimenticia que las dietas suplementadas con MHA-Ca, debido a que la eficiencia biológica de DL-M es mayor que la de MHA-Ca. De igual forma estos resultados no concuerdan con los encontrados por Lemme (2004) quien comparó en una base equimolar la efectividad de MHA-Ca y DL-M obteniendo un 76.4% de efectividad de MHA-Ca, en comparación con la de DL-M en la conversión alimenticia del ave. Esto es atribuido a la cantidad de metionina absorbida en el intestino delgado ya que la DL-M es absorbida con una mejor eficacia en el yeyuno y la MHA-Ca es absorbida en la parte terminal del íleon y en menor cantidad (Esteve-García y Austic 1993) a su vez difieren con Sandoval y Ordoñez (2011) quienes encontraron diferencia significativa entre las dos diferentes fuentes de Metionina.

Se encontró diferencias ($P < 0.05$) entre las dietas con un nivel de inclusión de 50, 100 y 150 % que tuvieron mejor conversión alimenticia en los días 21, 28, 35 y 42 en comparación a las dietas que tenían 0% de inclusión de metionina en la dieta. Esto se

atribuye a que la metionina está directamente relacionada con la formación de tejido muscular y si al ave no se le da un suplemento adicional de metionina en su dieta, su desempeño estará afectado (Katz y Baker 1975). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Elwert *et al.* (2008) que a medida que bajan los niveles de metionina, mayor es el índice de conversión alimenticia, ya que el pollo tendrá un menor peso y consumirá mayor cantidad de alimento.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos en el índice de conversión alimenticia acumulada (g:g)

	Edad (d)					
	7	14	21	28	35	42
T1	1.05	1.44 ^a	1.48 ^a	1.62 ^a	1.73 ^a	1.89 ^a
T2	1.08	1.25 ^b	1.36 ^b	1.47 ^b	1.59 ^b	1.72 ^c
T3	1.06	1.32 ^{ab}	1.41 ^{ab}	1.50 ^b	1.63 ^{ab}	1.72 ^c
T4	1.05	1.36 ^{ab}	1.43 ^{ab}	1.55 ^b	1.68 ^{ab}	1.78 ^b
T5	1.07	1.35 ^{ab}	1.40 ^{ab}	1.51 ^b	1.65 ^{ab}	1.76 ^{bc}
T6	1.06	1.34 ^{ab}	1.39 ^{ab}	1.46 ^b	1.65 ^{ab}	1.72 ^c
T7	1.06	1.32 ^{ab}	1.39 ^b	1.47 ^b	1.64 ^{ab}	1.73 ^c
P ¹	0.9834	0.0406	0.0123	0.0005	0.0165	0.0001
CV ²	6.46	7.40	4.39	4.33	4.08	1.92

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

T1=Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina

T2=Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente

T3= Basal + DL-M remplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto

T4= Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T5=Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3

T6=Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T7=Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

¹P = Probabilidad

²CV: Coeficiente de Variación

Ganancia de peso. No hubo diferencias ($P>0.05$) entre las dietas suplementadas con las fuentes de DL-M y MHA-Ca en la ganancia de peso (Cuadro 7). Estos resultados no concuerdan con los de Sauer *et al.* (2008) quienes obtuvieron que la DL-M posee una mayor eficiencia biológica (99% metionina pura) haciendo que el pollo obtenga una mayor ganancia de peso.

En el día 42 no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre las diferentes fuentes de metionina. Estos resultados no coinciden con los encontrados por Tipton *et al.* (1964) y por Evonik (2008) que compararon la ganancia de peso en las dietas suplementadas con DL-M y MHA-Ca, obteniendo que las dietas suplementadas con DL-M son las de mayor ganancia de peso.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en la ganancia de peso corporal (g/ave)

	Edad (d)					
	7	14	21	28	35	42
T1	96.2 ^b	218.3 ^d	357.6 ^b	502.8 ^b	471.5	514.3 ^b
T2	114.3 ^a	267.0 ^{ab}	412.1 ^a	611.3 ^a	502.7	614.6 ^{ab}
T3	107.6 ^a	267.4 ^{ab}	403.1 ^a	597.4 ^a	479.0	683.1 ^a
T4	114.4 ^a	270.4 ^a	409.0 ^a	562.3 ^{ab}	475.7	612.2 ^{ab}
T5	105.7 ^a	256.3 ^{bc}	393.5 ^a	663.0 ^{ab}	464.7	629.0 ^{ab}
T6	115.2 ^a	266.9 ^{ab}	406.2 ^a	604.9 ^a	460.4	662.1 ^a
T7	113.6 ^a	249.9 ^c	398.7 ^a	572.3 ^{ab}	411.2	652.6 ^a
P ¹	0.0003	0.0001	0.0012	0.0137	0.3521	0.0165
CV ²	7.68	3.73	6.16	10.41	15.78	14.43

^{ab} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P<0.05$).

T1=Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina

T2=Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente

T3= Basal + DL-M remplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto

T4= Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T5=Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3

T6=Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T7=Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

¹P = Probabilidad

²CV: Coeficiente de Variación

Mortalidad Acumulada. A los 42 días de edad no hubo diferencias ($P>0.05$) entre las fuentes de metionina (Cuadro 8). Estos resultados no coinciden con los encontrados por Evonik (2008) y Lemme *et al.* (2002) quienes encontraron que la dieta que fue suplementada con el mayor nivel de metionina fue la que presentó mayores pesos en el pollo al final del estudio así como una mayor mortalidad, causados por el síndrome de muerte súbita.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en la mortalidad acumulada (%)

	Edad (d)					
	7	14	21	28	35	42
T1	0.00	1.10	1.97	2.01	2.48	3.59
T2	1.54	1.82	2.71	3.16	3.22	5.04
T3	0.66	1.35	1.79	2.28	2.29	3.23
T4	0.66	1.33	1.77	1.79	2.48	3.82
T5	0.22	1.10	1.76	1.77	1.79	2.92
T6	0.44	1.11	1.55	1.78	1.80	1.81
T7	0.66	1.55	2.46	2.48	2.96	3.41
P ¹	0.2199	0.9973	0.9823	0.9054	0.9621	0.4572
CV ²	203.76	141.17	93.82	94.80	93.14	82.28

T1=Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina

T2=Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente

T3= Basal + DL-M reemplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto

T4= Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T5=Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3

T6=Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T7=Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

¹P = Probabilidad

²CV: Coeficiente de Variación

Peso en canal, rendimientos en canal y rendimiento de pectorales totales. Hubo diferencias ($P<0.05$) entre las dietas con fuente de metionina con la dieta con 0% de metionina en el rendimiento en canal y el rendimiento de pectorales totales (Cuadro 9). Estos resultados concuerdan con los de Hoehler *et al.* (2005) quienes encontraron que las dietas suplementadas con DL-M obtuvieron los mayores rendimientos de pectorales, pero no coinciden con los encontrados por Evonik (2008) de que los mayores rendimientos en canal fueron con las dietas suplementadas con DL-M.

Hubo diferencias ($P<0.05$) entre las dietas con 100% y 150% de metionina en comparación a la dieta de 50% en el rendimiento en canal y el rendimiento de pectorales totales. Las dietas suplementadas con 150% de metionina presentaron los mejores resultados en el rendimiento en canal y el rendimiento de pectorales totales, en comparación con las dietas suplementadas con 100, 50 y 0% del nivel de metionina en la dieta. Lo anterior se debe a que cuando el ave ha llenado sus requerimientos de proteína y energía, utiliza la metionina para producir más tejido en el músculo, como en el caso de los pectorales, los cuales son los músculos más grandes en el ave, la misma que se incrementa en forma proporcional al incremento en el nivel de metionina en la dieta (Intriago 1999). Estos resultados coinciden con los encontrados por Hoehler *et al.* (2005), quienes estudiaron seis niveles de metionina (0.030, 0.060, 0.100, 0.140, 0.190 y 0.240 %), obteniendo que el rendimiento de pectorales fue mayor para las dietas suplementadas con un 0.240% de metionina.

Cuadro 9. Efectos de los tratamientos en el peso de la canal (g/ave), rendimiento de la canal (%), rendimiento de pectorales (%).

	Peso de Canal (g)	Rendimiento de Canal (%)	Rendimiento de Pectorales (%)
T1	1569.1 ^c	68.33 ^c	22.02 ^c
T2	1910.6 ^a	72.04 ^a	26.52 ^a
T3	1856.6 ^{ab}	71.13 ^{ab}	26.69 ^a
T4	1814.7 ^{ab}	70.39 ^b	25.02 ^b
T5	1773.4 ^b	70.83 ^b	25.13 ^b
T6	1909.1 ^a	72.08 ^a	26.81 ^a
T7	1802.4 ^{ab}	71.89 ^a	27.15 ^a
P	0.0001	0.0001	0.0001
CV	4.22	0.96	1.52

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P<0.05$).

T1=Basal (dieta a base de maíz y harina de soya) sin suplemento de metionina

T2=Basal + MHA-Ca (84% BE) para alcanzar el 100% de las M+C requerido comercialmente

T3= Basal + DL-M remplazando MH-CA de T2 con 65% a base de producto

T4= Basal + 50% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T5=Basal + 50% DL-M de lo agregado en T3

T6=Basal + 150% del MHA-Ca de lo agregado en T2

T7=Basal + 150% de DL-M de lo agregado en T3

¹P = Probabilidad

²CV: Coeficiente de Variación

4. CONCLUSIONES

- El tratamiento en el que se suple el 100% del nivel de metionina fue el que mejor desempeño obtuvo.
- No hubo diferencia entre las fuentes de metionina debido a que estaban igualmente formuladas, ya que 650 g de DL-M sustituyen a 1000 g de MHA-Ca.
- En mercados donde la pechuga tiene un alto valor comercial se podría incrementar el nivel de metionina en la dieta siempre y cuando el costo lo permita.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar las formulaciones comerciales (100% nivel de metionina) para obtener los mejores resultados.
- Experimentar con niveles cercanos al 100% (80, 90, 110 y 120%) ya que la brecha entre 50, 100, y 150% es muy grande y se ve claro que hay diferencia y así encontrar el nivel óptimo de metionina tanto en producción como en rendimiento en el proceso.
- Realizar un análisis de costos para saber cual de las dos fuentes es más barata.

6. LITERATURA CITADA

- Binder, M; A. Lemme. 2007. The characteristics of the methionine/hydroxy analogue calcium salt MHA-Ca (as a methionine source for the feed industry). *Amino News*. Degussa 08(02): 2-3.
- Christensen, A; J. Anderson. 1980. Factors affecting efficacy of methionine hydroxy analogue for chicks fed practical diets. *Poultry Science* 59:2485-2491.
- Cuca, M; E. Ávila. 1978. Fuentes de Energía y Proteína para la alimentación de las aves. *Revista Ciencia Veterinaria* v.2, p. 324-358.
- Elwert, C; E. Fernandes; E. De Abreu; A. Lemme. 2008. Biological effectiveness of methionine hydroxy-analogue calcium salt in relation to DL-methionine in broiler chickens. *Asian-Aust. Journal of Animal Science*. 21(10):1506-1515.
- Esteve-García, E. 1988. Digestion and excretion of methionine sources for poultry. PhD Dissertation, Cornell University, Ithaca, New York. s.p.
- Esteve-García, E; R.E. Austic. 1993 Intestinal absorption and renal excretion of dietary methionine sources by the growing chicken. *Journal of Nutrition Biochemical* 4: 576-587.
- Evonik. 2008. Nutritional value of methionine hydroxy analogue calcium salt compared with both pure DL-Methionine and diluted DL-methionine with 65% purity. Evonik Degussa, Germany. *Poultry*. 1570:1-5.
- Harms, H; A. Eldred; B. Damron. 1976. The relative efficiency of DL-methionine and methionine hydroxy analogue-calcium in broiler diets. *Poultry Science*. 55:1794-1797.
- Hoehler, D; A. Lemme; S.K. Jensen; S.L. Vieira. 2005. Relative effectiveness of methionine sources in diets for broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 14:679-693.
- Intriago, J. 1999. Efecto de diferentes niveles de metionina durante la primera semana de vida en dietas para pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 19 p.
- Katz, R S; D.H. Baker. 1975. Factors associated with utilization of the calcium salt of methionine hydroxy analogue by the young chick. *Poultry Science*. 54:584-591.

Lemme, A; D. Hoehler; J. Brennan; P. Mannions. 2002. Relative effectiveness of methionine hydroxy analogue compared to DL-Methionine in broiler chickens. Poultry Science 81:838-845.

Lemme, A. 2004. Relative effectiveness of the methionine hydroxy analogue calcium salt in broilers and layers. Amino News, Degussa 05(03) 1:8.

Ordoñez, R.; M. Sandoval. 2011. Efecto de la sal Metionina Hidroxi-Análoga Cálcica y DL-Metionina sobre el desarrollo de pollos de engorde bajo condiciones de alimentación comercial. Proyecto especial del Programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 26 p.

Mac, S; S. Ramos. 2006. Fuentes de Metionina sintética para la alimentación animal. (En línea). Consultado el 4 de julio de 2012. Disponible en: <http://mvz.unipaz.edu.co/textos/lecturas/preproduccion/metionina12.pdf>

S.A.S. 2009. S.A.S. User's Guide: Statistics. S.A.S. Inst. Inc. Cary, NC.

Sauer, N; K. Emrich; H.P. Piepoho; A. Lemme; M.S. Redshaw; R. Mosenthin. 2008. Meta-Analysis of the relative efficiency of Methionine-Hydroxy-Analogue- free-acid compared with DL-Methionine in broilers using nonlinear mixed models. Poultry Science. 87:2023-2031.

Tipton, H; B. Dilworth; E. Day. 1964. The relative biological value of DL-Methionine and Methionine Hydroxy Analogue in chick diets. Mississippi State University, Department of Poultry Science, State College, Mississippi. s.p.