

**Efecto de diferentes niveles de metionina
durante la primera semana de vida en dietas
para pollos de engorde**

Juan Orlando Intriago Intriago

ZAMORANO
Departamento de Zootecnia
Diciembre, 1999

Effect of different methionine levels in broiler chickens during the first week of age

Juan Orlando Intriago Intriago

ZAMORANO
Departamento de Zootecnia
Diciembre, 1999

Efecto de diferentes niveles de metionina durante la primera semana de vida en dietas para pollos de engorde

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Juan Orlando Intriago Intriago

Zamorano-Honduras

Diciembre, 1999

El autor concede al Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Juan Orlando Intriago Intriago

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1999

Efecto de diferentes niveles de metionina durante la primera semana de vida en dietas para pollos de engorde

Presentado por

Juan Orlando Intriago Intriago

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Jefe de Departamento

Gerardo Murillo, Ing.Agr.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

John Jairo Hincapié, D.M.V
Asesor

Keith Andrews, Ph. D.
Director General

John Jairo Hincapié, D.M.V
Coordinador PIA

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico enteramente a mi hija, Clarissa Matilde Intriago Pereira y a mi esposa Arsenia Pereira de Intriago, con todo el amor del mundo por ser quienes me inspiran a seguir adelante superándome día tras día por el bien de nuestra familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme fuerzas para alcanzar las metas que me he propuesto y por guiarme en todo momento.

A mi esposa Arsenia por todo su cariño, comprensión y apoyo desde el momento que nos conocimos.

A mi hija Clarissa Matilde por ser el fruto de un gran amor que crece día tras día y por inspirarme en todo momento.

A mis padres Galo y Lina por ser, mis mejores ejemplos de perseverancia y humildad, por su amor, confianza, formación y apoyo para cumplir mis metas y crecer como persona.

A mis hermanos Walter, María Innolia, María Magaly, Galo Jr., María Elvira, Lastenia, Susana, Silvia, Candy, José (Pepe) y Eduardo por apoyarme e impulsarme a seguir adelante en todo momento a pesar de la distancia.

A mi suegra Matilde Cruz y a mi abuelita Atenaida por su apoyo incondicional y comprensión en todo momento.

Al Dr. Abel Gernat por todas sus enseñanzas para mejorar como profesional, así mismo como por todos sus consejos para mejorar como persona.

Al Ing. Gerardo Murillo por su colaboración en el trabajo de tesis y por su amistad.

Al Dr. Hincapié por todos los conocimientos brindados en las clases y por su colaboración en este trabajo de tesis.

A Eduardo Estrada por su colaboración y voluntad para la elaboración de este trabajo de tesis.

A mis amigos: Eduardo, Karlos, Enrique, Leonidas, José y Nestor, por toda su ayuda para la realización de este trabajo.

Al personal de la sección de aves (Fermín, Toño y Max) y por su ayuda en el trabajo de tesis, a doña Albita por voluntad.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres Galo y Lina por haberme dado el financiamiento para mis estudios durante los años de PA y gastos personales.

Al grupo AICON S.A por la ayuda económica para el pago de la tercera matrícula.

RESUMEN

Intriago, Juan 1999. Efecto de diferentes niveles de metionina durante la primera semana de vida en dietas para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 19 p.

Los avicultores buscan mejorar la eficiencia alimenticia por medio de la suplementación de aminoácidos que se encuentran deficientes en los ingredientes utilizados en las dietas para pollos de engorde. Se comparó el efecto de diferentes niveles de metionina sobre las variables medidas en este experimento, que fueron: peso corporal (PC), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (ICA), mortalidad acumulada (MA), peso final en canal (PFC), rendimiento en canal caliente (RC), rendimiento de pechuga (RP), grasa abdominal (GA) y peso de órganos como molleja, hígado, intestino delgado, páncreas y proventrículo. Se evaluaron 1,312 pollitos de la línea Indian River[®] distribuidos en 16 corrales experimentales de 2.25 x 3 m. Los tratamientos fueron dietas: control con 0.50% (nivel recomendado por las Tablas NRC), 0.55%, 0.58% y 0.60% de metionina. Bajo nuestras condiciones los RP fueron incrementándose proporcionalmente de acuerdo con el incremento en el porcentaje de metionina; los menores ICA a los 35 días de edad de los pollos se detectaron para las aves alimentadas con las dietas con niveles de 0.58% y 0.55% de metionina. No se detectaron diferencias significativas para PC, CA, MA, PFC, RC, RP, GA y en los pesos de los órganos. Económicamente, con 0.50 y 0.55% se obtienen mejores rentabilidades sobre los costos. Bajo nuestras condiciones se obtiene una mayor respuesta en el porcentaje de pechuga al incrementar los niveles de metionina en la dieta para pollos de engorde.

Palabras claves: aminoácidos, suplementación, metionina, porcentaje de pechuga, conversión alimenticia, peso corporal, consumo de alimento, mortalidad, órganos.

NOTA DE PRENSA

Incrementar los niveles de metionina en la dieta durante la primera semana de vida en pollos de engorde no es recomendable según estudios realizados en Zamorano.

La metionina usada en dietas animales, cumple la función de suplementar las deficiencias de éste aminoácido que tienen los ingredientes usados para formular las raciones alimenticias, ya que es el aminoácido limitante y está directamente relacionado con el porcentaje de pechuga en los pollos, según se demuestra en un estudio realizado en Zamorano en los meses de febrero a junio de 1999.

El experimento se realizó para evaluar diferentes niveles de metionina, se trabajó con pollos de engorde de la línea Indian River[®] alimentados con dietas convencionales que incluían 0.50, 0.55, 0.58 y 0.60% de metionina durante la primera semana.

Se determinó cual de las dosis probadas resultó ser la más apropiada, en cuanto a peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, mortalidad, peso en canal, rendimiento en canal caliente, porcentaje de pechuga, porcentaje de grasa abdominal y el efecto de los niveles en el peso de los órganos como molleja, hígado, intestino delgado, páncreas y proventrículo, también se realizó una comparación económica basada en la rentabilidad sobre los costos de cada dieta.

La metionina es un aminoácido limitante, debido a que si no está presente en la proporción requerida, limita la absorción de otros aminoácidos importantes para cubrir los requerimientos de las aves. Los niveles de metionina pueden elevarse sobre lo recomendado por las Tablas del NRC, causando un incremento en el porcentaje de pechuga de los aves.

En dietas en las que se incrementa el nivel de metionina como en el estudio realizado en Zamorano donde se emplearon varios niveles (0.50, 0.55, 0.58 y 0.60%) puede ser beneficioso, ya que se observaron mejores porcentajes de pechuga al momento de sacrificio de los pollos (42 días de edad).

Por medio de un estado de resultados económicos se determinó que los incrementos en los niveles de metionina (10, 15 y 20% sobre lo recomendado por las Tablas NRC) no son económicamente rentables disminuyendo la rentabilidad sobre los costos en comparación con la rentabilidad obtenida con el tratamiento control que tiene el nivel recomendado por las Tablas del NRC (0.50% de metionina). Por lo que no es recomendable incrementar los niveles de metionina en la dieta para pollos de engorde durante la primera semana, a menos que se desee incrementar el porcentaje de pechuga de los pollos para vender los pollos por presas separadas.

CONTENIDO

i	Portadilla.....
ii	Autoría.....
iii	Páginas de firmas.....
iv	Dedicatoria.....
v	Agradecimientos.....
vi	Agradecimientos a patrocinadores.....
vii	Resumen.....
viii	Nota de Prensa.....
ix	Contenido.....
x	Índice de cuadros.....
xi	Índices de Anexos.....
1	1. INTRODUCCION.....
4	2. MATERIALES Y MÉTODOS.....
4	2.1 Localización.....
4	2.2 Selección de animales.....
4	2.3 Tratamientos.....
5	2.4 Diseño experimental.....
5	2.5 Variables a medir.....
6	2.6 Análisis estadístico.....
7	3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....
7	3.1 Peso corporal.....

3.2	Consumo de alimento.....	8
3.3	Conversión alimenticia.....	8
3.4	Mortalidad.....	9
3.6	Peso y rendimiento de canal.....	10
3.7	Rendimiento de pechuga.....	11
3.8	Grasa abdominal.....	11
3.5	Peso de órganos.....	12
3.9	Análisis económico.....	12
4.	CONCLUSIONES.....	14
5.	RECOMENDACIONES.....	15
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	16
7.	ANEXOS.....	18

INDICE DE CUADROS**Cuadro**

1	Composición de las dietas experimentales.....	5
2	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre los pesos corporales en pollos de engorde.....	7
3	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el consumo de alimento en pollos de engorde.....	8
4	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre las conversiones alimenticias en pollos de engorde.....	9
5	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el porcentaje de mortalidad acumulada en pollos de engorde	10
6	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el peso y el rendimiento de canal en pollos de engorde	10
7	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el porcentaje de pechuga y grasa en pollos de engorde	11
8	Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el peso de órganos a los siete días en pollos de engorde	12
9	Precio de los concentrados	12
10	Estado de resultados usando diferentes niveles de metionina en pollos de engorde	13

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento a los 42 días
18
2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad a los 42 días
18
3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso de órganos en los primeros siete días.....
19
4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso y rendimiento de canal a los 42 días
19
5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para rendimientos de pechuga y grasa abdominal a los 42 días.....
19

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia en la producción es un factor que buscan todas las explotaciones avícolas, para lograrlo es importante integrar los factores productivos como son la alimentación, el alojamiento y manejo y las condiciones sanitarias entre otras. Entre estos, la alimentación fundamental, ya que constituye un porcentaje alto de los costos totales de producción (North y Bell, 1990).

Los nutricionistas han prestado más atención a la alimentación durante las últimas semanas de vida de los pollos de engorde debido a que en esta fase hay mayor acumulación de tejido muscular y un incremento en el consumo, lo cual representa un papel muy importante en los costos de producción. Sin embargo, el aspecto de mayor interés en la alimentación de los pollos de engorde es este momento no es la última semana, pero más bien la primera (Dibner e Ivey, 1992).

Durante el III Simposio Goiano de Avicultura en la ciudad de Goiana (Brasil) se pudo determinar que los requerimientos de aminoácidos se reducen durante la vida del pollo, teniendo mayor importancia durante la primera semana la cual se puede aprovechar aumentando los niveles de los aminoácidos que componen la dieta de pre-inicio (Parr y Summers, 1991).

La primera semana representa el 17% del tiempo al sacrificio (42 días) y 8-10% de la ganancia de peso total (Lilburn, 1998). El volumen de vellosidades en el duodeno, el cual es clave para la asimilación de nutrientes llega a su máximo desarrollo durante la primera semana, el yeyuno e íleon también, pero siguen aumentando a lo largo de la vida del ave (Uni *et al.*, 1998).

Actualmente es muy aceptada la práctica de formular en base a aminoácidos, en vez de hacerlo en base a las proteínas. Más recientemente, el mejoramiento de las técnicas analíticas y el desarrollo de métodos para medir la digestibilidad de los aminoácidos han reavivado el interés en el uso de aminoácidos digeribles para formular dietas con mayor precisión, (García y Caparó, 1993).

La metionina y la cistina están considerados como los primeros aminoácidos limitantes en dietas prácticas para pollos de engorde, (aunque la metionina puede ser convertida a cistina por el ave). Es necesaria la adición de una fuente comercial de metionina, la cual se incorpora a la dieta en los diferentes periodos de alimentación de acuerdo a la recomendación del productor, con el objeto de estudiar cual es el nivel óptimo de suplementación en base al costo-beneficio (Arce *et al.*, 1993).

La metionina pertenece al grupo de los aminoácidos azufrados, y contiene 21.5% de azufre en sus moléculas. Existen tres tipos de metionina:

L metionina, que se encuentra naturalmente, la cual está en los granos y en los alimentos de origen proteicos.

DL metionina, la cual es una fuente tradicional de metionina suplementaria. Es sintetizada químicamente y se diferencia de la forma tradicional porque contiene 50% del Isómero D, el cual tiene que ser convertido a la forma L metionina antes de ser utilizado, esta conversión es primeramente peróxisomal; por lo tanto la mayoría de su conversión ocurre en el hígado y riñones .

Metionina Hidroxi Análoga, también llamada Alimet[™], la cual es idéntica a la DL metionina y es hecha del mismo material crudo. Es vendida en forma líquida, lo cual lo hace más popular para grandes plantas de alimentos ya que los líquidos son más fáciles de manejar en grandes volúmenes.

L metionina tiene un gran número de funciones: Desarrolla una marcada influencia sobre el crecimiento, como componente de las queratinas, en las plumas, pelos, uñas y picos, además desarrolla una función antiesteatósica, previniendo la degeneración de la grasa en el hígado; también influye sobre los procesos de metilación y toma parte en la síntesis de la colina (Torrijos, 1966).

La metionina es usada para sintetizar proteína (carne) y además es un potente regulador de consumo. Típicamente se puede observar un incremento en el consumo con el nivel de suplementación hasta su umbral y si se agrega más se reduce el consumo. Alimet[™] tiende a tener un umbral más alto que la DL metionina.

También es usada como un donador metílico (como lo es la colina y la betamina) pero muchas veces sirve a este propósito como metionina suplementaria de cualquier tipo, ésta es usualmente sobresuplida para asegurarse que la variación en la L metionina basal sea permitida.

Su relación costo-beneficio es la mejor de los aminoácidos ya que su precio de fuente sintética es de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{10}$ del costo incremental de obtenerlo en una dieta natural (Vandenberg, 1999. Comunicación personal¹).

¹ VANDENBERG MICHAEL, Ph.D.1999. Jefe de departamento de investigaciones en Novus International.

Objetivo General:

- Comparar el efecto de incrementos en porcentaje de niveles de metionina sobre lo recomendado por las Tablas NRC en la dieta para pollos de engorde durante la primera semana.

Objetivos Específicos:

- Comparar la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso en canal, rendimiento en canal caliente, porcentaje de pechuga y grasa y peso de órganos según el porcentaje de metionina en la dieta.
- Determinar cual porcentaje proporciona la mejor respuesta biológica.
- Determinar el tratamiento que resulta con el mejor retorno económico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se desarrolló en los galpones de la Sección de Aves del departamento de Zootecnia en Zamorano, la misma que se localiza en el Departamento de Francisco Morazán, a 32 Km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación media anual de 1,100 mm.

2.2. SELECCIÓN DE LOS ANIMALES

Para el experimento se utilizaron 1,312 pollitos (machos y hembras) de la línea Indian River[®] de un día de edad, los cuales se distribuyeron aleatorizadamente en 16 corrales experimentales con dimensiones de 2.25 x 3 m. Cada corral alojó a 82 pollos con una densidad de 12.1 aves/m² y con ventilación natural ya que el galpón era abierto por ambos costados. El alimento y el agua fueron proporcionados *ad libitum*, con programa de luz de 24 horas. Para este estudio se realizaron dos repeticiones en el tiempo, con un intervalo de cuatro semanas entre cada una de las pruebas.

2.3. TRATAMIENTOS

Se utilizaron cuatro dietas experimentales durante la primera semana, en las cuales se varió los porcentajes de metionina con respecto a la dieta convencional. A continuación se detallan los tratamientos:

- Tratamiento 1: Dieta control, nivel de metionina recomendado por el NRC. (0.50%).
- Tratamiento 2: Dieta con 0.55% de metionina.
- Tratamiento 3: Dieta con 0.58% de metionina.
- Tratamiento 4: Dieta con 0.60% de metionina.

El resto de la alimentación inicio, crecimiento y finalización tuvieron los mismos porcentajes de metionina que las dietas convencionales.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales

Ingredientes y análisis	Pre-inicio ¹				Crec.	Final
	0.50%	0.55%	0.58%	0.60%		
	------(%)-----					
Maíz	49.87	49.87	49.87	49.87	58.70	62.52
Soya (% PC)	43.20	43.20	43.20	43.20	34.78	30.27
Monofosfato dicálcico	1.08	1.08	1.08	1.08	0.72	0.55
Carbonato de Calcio	2.02	1.97	1.94	1.93	1.86	1.70
Sal (Na Cl)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla vit- mineral. ²	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Aceite vegetal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.12	4.14
Coban 60 ^{®3}	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Surmax ^{®4}	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
D-L Metionina	0.10	0.16	0.19	0.21	0.10	0.11
Análisis calculado						
Proteína cruda	23	23	23	23	20	18.31
EM kcal/kg	3000	3000	3000	3000	3100	3200
Fósforo disponible	0.45	0.45	0.45	0.45	0.35	0.30
Metionina	0.50	0.55	0.58	0.60	0.45	0.43
Lisina	1.48	1.48	1.48	1.48	1.23	1.10
Calcio	1.03	1.01	1.00	1.00	0.90	0.80

¹ La dieta pre-inicio solo se ofrece durante la primera semana. La de inicio es la misma de 0.50% de metionina.

² La premezcla vitamínica-mineral provee las siguientes cantidades por kg de dieta: Vitamina A, 10,000 UI; colecalciferol, 2500 UI; vitamina E, 10 UI; vitamina K₃, 2 mg; rivo flavina, 5 mg; niacina, 35 mg; D- pantotenato de calcio, 10 mg; biotina, 434.7 mg; ácido fólico, 0.75 mg; vitamina B12, 12 mg cloruro de magnesio; selenio, 0.19 mg y antioxidante, 10 mg

³ Coban 60[®] prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 25 g / 100 lb de alimento.

⁴ Surmax[®] 25 antibiótico avilamicina, 18.2 g / 100 lb de alimento.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la distribución de los cuatro tratamientos en los 16 corrales experimentales se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones por cada tratamiento. El tiempo de duración de cada réplica fue de 42 días.

2.5. VARIABLES MEDIDAS

Al término de cada semana se midieron las variables: peso corporal, para lo cual se pesó una muestra significativa correspondiente a 30 pollos/corral (40% de la

población). Se evaluó también la variable consumo de alimento, el cual fue calculado como la diferencia entre el concentrado ofrecido y el rechazado en el final de la semana. Para calcular la conversión alimenticia acumulada se utilizaron los pesos corporales y el consumo de alimento acumulado. Se registró diariamente la mortalidad por corral. Para cada repetición se midieron las variables peso en canal (con una muestra del 17% de la población, 7 machos y 7 hembras), rendimiento en canal caliente. Para calcular esta variable no se incluyeron las vísceras (molleja, corazón, hígado y cuello) y se midió los porcentajes de pechuga y grasa respectivamente. Estos se calcularon en base el peso en canal. Así mismo se midió el peso de los órganos como intestino delgado, páncreas, proventrículo, molleja, e hígado, para lo cual se llevó a cabo una necropsia al final de la primera semana de vida de los pollos.

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los resultados de este ensayo se analizaron mediante un análisis de varianza (Andeva), utilizando el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®], 1991). Los datos corridos se agruparon y se analizó en conjunto, debido a que no se encontraron diferencias entre las repeticiones.

Los datos porcentuales de rendimiento en canal caliente, mortalidad, rendimiento de pechuga y grasa abdominal se sometieron a corrección con la función arcoseno. Para la separación de medias de los tratamientos se usó la prueba de Diferencia Mínima Significativa.(Least Significant Difference). Se utilizó una probabilidad de ($P < 0.05$) para determinar el grado de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PESO CORPORAL

No se obtuvieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso corporal entre los tratamientos a lo largo de los 42 días del ciclo de vida de los pollos (Cuadro 2). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Yanming y Barker (1993) los cuales registraron los efectos del exceso de metionina y lisina en pollos de engorde y cuyos porcentajes usados en la ración fueron 2% y 4% obteniendo en ambos casos una disminución en el peso de los pollos de 5% y 30% respectivamente en comparación con el testigo el cual tenía el nivel recomendado por las Tablas NRC (1994). Esto puede justificarse por la respuesta del ave a excesos de aminoácidos como en el caso de la metionina, debido a que la dieta suplía los requerimientos proteicos y energéticos de los pollos y los excedentes a los niveles recomendados tienen un efecto negativo en el peso corporal de los pollos, lo cual no se dio en este caso debido a que los niveles incrementales de metionina para las dietas experimentales no fueron lo suficientemente altos como para causar efectos negativos en esta variable.

Cuadro 2. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre los pesos corporales en pollos de engorde

Días de edad	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹
	------(g)-----			
7 d	111.1	110.1	114.9	114.4
14 d	252.5	265.8	270.5	267.6
21 d	532.5	528.7	542.0	536.2
28 d	920.3	910.8	922.2	929.8
35 d	1363.9	1337.4	1354.4	1393.2
42 d	1692.4	1641.7	1615.3	1613.3

¹Metionina
C.V. = 7.33

3.2. CONSUMO DE ALIMENTO

No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el consumo de alimento durante los 42 días de vida de los pollos (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los registrados por Arce *et al.*(1993), quienes estudiaron la respuesta de los parámetros productivos a la suplementación con Alimet[®] en dietas para pollos de engorde, con niveles de metionina y AST (aminoácidos azufrados totales) de 0.74%, 0.60% y 0.50%; 0.34, 0.65 y 0.55%; 0.94, 0.70 y 0.60%, y 1.04, 0.75 y 0.65% respectivamente, los cuales no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento durante las etapas de iniciación, crecimiento y engorda. Esto puede justificarse como la respuesta del ave a dietas formuladas con excedentes con respecto a los requerimientos

proteicos y energéticos de las aves (Tablas NRC 1994), una vez que se exceden estos lo que se obtiene es una baja en el consumo, lo cual no se dio en este estudio debido a que los niveles incrementales de metionina no fueron lo suficientemente altos como para causar un efecto negativo en el consumo.

Cuadro 3. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el consumo de alimento en pollos de engorde

Días de edad	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹
	------(g)-----			
7 d	100.4	104.7	106.4	105.9
14 d	358.9	360.5	380.7	367.0
21 d	792.6	830.9	843.1	827.0
28 d	1390.5	1485.3	1481.1	1485.6
35 d	2068.4	2215.3	2216.2	2218.0
42 d	2843.1	3005.3	2964.6	2983.5

¹ Metionina
C.V. = 11.84

3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se encontró diferencia significativa ($P = 0.0314$) en la conversión alimenticia entre el tratamiento con 0.50% de metionina con el de 0.55% y 0.58% a los 35 días de vida de los pollos, pero no hubo diferencia significativa en el resto de los días, donde podemos darnos cuenta de que a mayor porcentaje de metionina en la dieta, nuestra conversión alimenticia aumenta (Cuadro 4). Esto concuerda con el estudio hecho por Arce *et al.*, (1993) mencionado anteriormente, en el cual también se registraron diferencias significativas en la conversión alimenticia a los 35 días, no concordando en el resto de los días ya que ellos encontraron diferencias significativas a partir de los 21 días hasta llegar a los 56 días siendo estas menores a medida que se incrementaba el nivel de suplementación de metionina en la dieta; esto se puede justificar como la respuesta del ave a excesos de aminoácidos (metionina) cuando el ave ha suplido sus requerimientos de proteína y energía, ya que se disminuye el consumo de alimento cuando sobrepasamos el requerimiento del ave.

Cuadro 4. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre las conversiones alimenticias en pollos de engorde

Edad	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹	F	P
	------(g)-----					
7 d	0.90	0.96	0.93	0.93		
14 d	1.42	1.36	1.41	1.37		
21 d	1.49	1.58	1.56	1.55		
28 d	1.51	1.64	1.61	1.61		
35 d	1.52 ^b	1.67 ^a	1.64 ^a	1.60 ^{ab}	3.46	0.0314
42 d	1.67	1.83	1.83	1.85		

¹ Metionina

C.V. = 9.35
d = días
F = Valor F tabular
P = Probabilidad del evento

3.4. MORTALIDAD

No hubo diferencia ($P > 0.05$) en la mortalidad acumulada (Cuadro 5). Esto concuerda con los registros obtenidos de Damron y Goodson-Williams (1987), los cuales compararon a) metionina líquida como un suplemento para pollos de engorde, suplementando niveles de 0.25 y 0.50% de una fuente DL metionina líquida b) 0.75% de metionina y c) las cantidades necesarias de metionina líquida para proveer 0.50y 0.75% de metionina suplemental a la dieta, con el tratamiento testigo el cual contenía 0.50% de metionina sin obtener significancia para la mortalidad. Esto se puede deber a que los niveles incrementales de metionina usados en la formulación de las diferentes dietas pre-inicio no fueron lo suficientemente altos como para causar toxicidad en el ave. Los excesos de metionina y lisina en el ave pueden causar toxicidades en el metabolismo del pollo ya que se acumula en el tejido (Edmonds y Baker, 1987).

Cuadro 5. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el porcentaje de mortalidad acumulada en pollos de engorde

Edad	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹
	------(%)-----			
7 d	1.37	1.68	2.44	1.83
14 d	2.43	3.50	4.33	2.78
21 d	3.81	4.92	5.23	4.07
28 d	5.89	5.61	5.58	4.43
35 d	6.32	5.78	5.75	5.27
42 d	8.94	8.27	6.59	6.68

¹ Metionina
C.V. = 31.76
d = días

3.5. PESO Y RENDIMIENTO DE CANAL

No se encontró diferencia significativa en el peso ni rendimiento de canal (Cuadro 6). Sin embargo, existió una ligera tendencia a disminuir el peso de la canal a medida que aumentó el nivel de metionina en la dieta, siendo el testigo el que tiene el valor más bajo en el porcentaje de rendimiento de la canal. Esto no concuerda con el estudio realizado por Schutte (1994), el cual encontró diferencia significativa para esta variable en su experimento con pollos de engorde de 14 a 32 días de edad, obteniendo para 0.70 y 0.88% de metionina 73 y 74% respectivamente de rendimiento de canal. Esto puede deberse a que los pollos ya tenían cubiertos sus requerimientos proteicos y energéticos a través de las dietas formuladas en base a las Tablas NRC (1994) y al incrementar los niveles de metionina el animal ya deja de ser eficiente para obtener un buen rendimiento en canal, lo cual no se dio en este experimento.

Cuadro 6. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el peso y el rendimiento de canal en pollos de engorde

	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹
Peso de canal (g) ²	1336.1	1290.7	1284.1	1296.1
Rdto. de canal (%) ³	68.9	72.9	69.2	70.2

¹Metionina

²C.V. = 7.67

³C.V. = 3.99

3.6. RENDIMIENTO DE PECHUGA

Para el rendimiento de pechuga se encontró diferencia significativa ($P = 0.0190$) incrementándose este a medida que se aumenta el nivel de metionina en la dieta (Cuadro 7), resultando mejor el que tiene el nivel más alto de metionina. Esto concuerda con el estudio hecho por Shutte (1994), el cual encontró diferencia significativa al incrementar los niveles a 0.70 y 0.88% de metionina obteniendo rendimiento de pechuga de 16 y 17% respectivamente. Pero no concuerda con el estudio realizado por Patterson (1998) en pollos de engorde de 14 a 48 días de edad, en el cual incrementó el nivel de metionina a 1.84% sin obtener respuesta significativa ($P > 0.05$). Esto se puede justificar debido a que una vez que el ave ha cubierto sus requerimientos de proteína y energía, la cantidad de metionina en exceso va a ser utilizada para producir más tejido en el músculo como en el caso de la pechuga, la cual es el músculo más grande en el ave, la misma que se incrementa proporcionalmente al incremento en el nivel de metionina en la dieta pre-inicio.

3.7. GRASA ABDOMINAL

No se encontró diferencia significativa en la cantidad de grasa abdominal, pero existe una tendencia a incrementar la deposición de grasa en el pollo a medida que se incrementa el nivel de metionina en la dieta (Cuadro 7). Esto no concuerda con los registros presentados por Schutte (1994) mencionado anteriormente, el cual encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) al incrementar a 0.70 y 0.88% de metionina en la dieta, obteniendo 2.5 y 2.9% de grasa abdominal respectivamente. Esto se debe a que la deposición de grasa está directamente relacionada con el porcentaje de metionina que se suplementa en la dieta para los pollos de engorde, y cuando el animal ya ha cubierto sus requerimientos proteínicos y energéticos, una parte de la metionina excedente se va a depositar como grasa producida a partir de los aminoácidos.

Cuadro 7. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el porcentaje de Pechuga y grasa en pollos de engorde

	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹	F	P
Pechuga (%) ²	20.4 ^b	21.1 ^{ab}	21.2 ^{ab}	22.6 ^a	3.99	0.0189
Grasa (%) ³	1.35	1.36	1.58	1.56		

¹Metionina

²C.V. = 3.34

³C.V. = 17.85

F = Valor F tabular

P = Probabilidad del evento

3.8. PESO DE ÓRGANOS

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en ninguno de los órganos pesados entre los tratamientos (Cuadro 8). Existe una ligera tendencia a aumentar el peso del intestino delgado junto con el páncreas y la molleja a medida que se incrementa el nivel de metionina en la dieta. Esto no concuerda con los registros presentados por Schutte (1994), mencionado anteriormente, el cual encontró disminuciones en el peso de los órganos a medida que se incrementaba el nivel de metionina, estas disminuciones fueron de 3.7% y 3.4% respectivamente en el peso de todos los órganos juntos. Esto puede deberse a que los niveles de metionina utilizados en las dietas experimentales no fueron los suficientemente altos como para causar una respuesta en el tamaño de los órganos.

Cuadro 8. Efecto de diferentes niveles de metionina sobre el peso de órganos a los siete días en pollos de engorde

Organo	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹
	-----(g)-----			
Peso Corporal	127.4	136.8	136.6	141.9
ID y Páncreas	15.9	16.1	16.6	17.6
Proventrículo	1.7	1.6	1.7	1.7
Molleja	5.4	5.7	5.7	5.9
Hígado	5.6	5.8	5.7	5.8

¹ Metionina.

C.V. = 11.94

3.9. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se tomó como base el consumo de alimento de cada tratamiento (Cuadro 9); cuyo costo varió debido a los diferentes niveles de ingredientes usados en la formulación para cada etapa.

Cuadro 9. Precio de los Concentrados

Tratamientos	Pre-Inicio	Inicio	Crecimiento	Final
	-----\$-----			
0.50% Met. ¹	2.83*	2.83*	2.78*	2.51*
0.55% Met. ¹	2.87*	2.83*	2.78*	2.51*
0.58% Met. ¹	2.89*	2.83*	2.78*	2.51*
0.60% Met. ¹	2.89*	2.83*	2.78*	2.51*

¹Metionina

(*)Precio por /kg de concentrado

Cuadro 10. Estado de resultados usando diferentes niveles de metionina en pollos de engorde

	0.50% Met. ¹	0.55% Met. ¹	0.58% Met. ¹	0.60% Met. ¹
Ingresos				
Precio de carne (\$/Kg)	1.68	1.68	1.68	1.68
Carne producida (Kg)	711.82	721.36	704.10	694.10
Total (\$)	1196.42	1212.47	1183.44	1166.63
Costos				
Fijos (\$)	69.44	69.44	69.44	69.44
Variables (\$)	765.54	793.99	790.76	765.47
Total (\$)	834.98	863.43	860.19	834.91
Utilidad (\$)	361.44	349.03	323.24	331.72
Rentabilidad/Costos (%)	43.28	40.42	37.56	39.73

¹Metionina

\$ = dólar USA; \$1 = 14.40 Lempiras

Como se muestra en el Cuadro 10, la rentabilidad de cada lote se reduce a medida que se incrementan los niveles de metionina, obteniendo mayor rentabilidad con la dieta control (0.50%). Esto se debe a que el tratamiento control tuvo un menor consumo y una mejor conversión alimenticia, lo que significó una reducción en los costos de alimentación.

Cabe recalcar que si los pollos hubiesen sido vendidos por piezas como la pechuga, las rentabilidades que se hubiesen obtenido serían muy diferentes ya que el precio de la pechuga es mayor que el precio del pollo en canal, es decir, sin despesar, y en este experimento aumentó el porcentaje de pechuga a medida que se aumentó el nivel de metionina en la dieta pre-inicio (primeros siete días).

Una vez que los animales han satisfecho sus requerimientos proteicos y energéticos el incrementar los niveles de los aminoácidos no tiene efecto en peso y rendimiento de canal, pero si tiene un efecto en el porcentaje de pechuga, debido a que el exceso de metionina si forma parte del tejido muscular.

4. CONCLUSIONES

1. El aumento de metionina en la dieta durante la etapa de pre-inicio (siete días): incrementó el rendimiento de pechuga en el pollo, no afectó el peso y el rendimiento de canal caliente, ni el porcentaje de grasa al momento del sacrificio (42 días). No se presentaron diferencias en el peso vivo, consumo de alimento, la mortalidad.
2. No se encontraron diferencias en el peso de los órganos al final de los primeros siete días de edad.
3. No es económicamente viable el incrementar los niveles de metionina en las dietas pre-inicio para pollos de engorde, a menos que los pollos se vendan por presas como lo es la pechuga.

5. RECOMENDACIONES

1. En la alimentación temprana y cuando se vende el pollo por presas se recomienda aumentar el nivel de metionina en 20% sobre lo recomendado por las Tablas NRC a fin de conseguir un mayor porcentaje de pechuga.
2. Llevar a cabo estudios con incrementos mayores en el nivel de metionina, a fin de encontrar el nivel en el que se consiga el mayor porcentaje de pechuga posible, sin causar toxicidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, M.; TIRADO, A.; LÓPEZ, C.; AVILA, G.; IBEY F.J. 1993. Respuesta a los parámetros productivos a la suplementación con Alimet[®] en dietas prácticas para pollos de engorde en México. Novus Oct. 93-103 p.
- DAMRON, B. and GOODSON-WILLIAMS, R. 1987. Liquid Methionine as a Drinking Water Supplement for Broilers Chicks. Poultry Sci. 66: 1001-1006.
- DIBNER, J, and IVEY, F. 1992. Capacity in the Liver of the Broiler Chick for Conversion of Supplemental Methionine Activity to L-Methionine. Poultry Sci. 71: 700-708.
- EDMONDS, M. and BAKER, D. 1987. Amino acid excesses for young pigs: Effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. J. Anim. Sci. 64: 1664-1671
- GARCÍA, E.; CAPARÓ, E. 1993. Formulaciones de dietas con aminoácidos totales y con aminoácidos digeribles. Novus Oct. 125-128 p.
- LILBURN, M. S. 1998. Practical aspects of early nutrition for poultry. J. Appl. Poultry Res. 7: 420-424.
- NORTH, M.; BELL, D.D. 1990. Comercial Chicken Production Manual. 4 ed. Van Nostrand Reinhold. New York 913 p.
- PARR, J, and SUMMERS, D. 1991. The Effect of Minimizing Amino Acid Excesses in Broiler Diets. Poultry Sci. 70:1540-1549.
- PATTERSON, P. 1998. The Effect of Feeding Excess Methionine on Live Performanse and Carcass Characteristics of Broiler. Poultry Sci. 98 p.
- SAS Institute. 1994. SAS[®] User's Guide Statics. Version 6.04 Edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- SCHUTTE, J. 1994. Sulfur Amino Acid Requirement of Broiler Chicks from Fourteen to Thirty-Eighth Days of Age. 1.Perfomance and Carcass Yield. Poultry Sci. 74: 480-487.
- TORRIJOS, J. 1966. Guía del pollo de carne. Primera edición. Editorial Aedos. Madrid 45 p.

UNI, Z.; GANOT, S.; and SKLAN, D. 1998. Metabolism and Nutrition. Posthatch development of mucosal function in the broilers small intestine. *Poultry Sci.* 77: 75-82.

YANMING, H. and BAKER, D. 1993. Effects of Excess Methionine or Lysine for Broilers Fed a Corn-Soybean Meal Diet. *Poultry Sci.* 72: 1070-1074.

7. ANEXOS.

Anexo 1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento a los 42 días

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Consumo de alimento
Tratamiento	3	10835.38 (0.5333)*	39310.79 (0.8083)*
Bloque	3	24309.07 (0.1968)*	21615.44 (0.9104)*
Error	25	14469.69	121499.77
C.V.		7.33	11.84
R ²		0.23	0.06

(*) representa las probabilidades.

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la conversión alimenticia y mortalidad a los 42 días

Fuente	G.L.	Conversión alimenticia	Mortalidad
Tratamiento	3	0.055 (0.1485)*	0.0005 (0.9747)*
Bloque	3	0.022 (0.5180)*	0.005 (0.5660)*
Error	25	0.029	0.007
C.V.		9.35	31.76
R ²		0.25	0.08

(*) representa las probabilidades.

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para el peso de órganos en los primeros siete días

Fuente	G.L.	Peso	I.D. y páncreas	Proventrículo	Molleja	Hígado
Tratamiento	3	582.17 (0.0953)*	8.76 (0.3248)*	0.02 (0.9774)*	0.72 (0.7716)*	0.12 (0.9861)*
Error	30	262.49	7.43	0.23	1.93	2.63
C.V.		11.94	16.47	28.96	24.51	28.19
R ²		0.10	0.06	0.01	0.02	0.01

(*) representa las probabilidades.

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso y rendimiento de canal a los 42 días

Fuente	G.L.	Peso en canal	Rendimiento en canal
Tratamiento	3	4250.20 (0.7360)*	0.003 (0.1192)*
Bloque	3	19549.42 (0.1458)*	0.0004 (0.8697)*
Error	25	9973.10	0.002
C.V.		7.67	3.99
R ²		0.22	0.22

(*) representa las probabilidades.

Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para rendimientos de pechuga y grasa abdominal a los 42 días

Fuente	G.L.	Rendimiento de pechuga	Grasa abdominal
Tratamiento	3	0.001 (0.0189)*	0.003 (0.7518)*
Bloque	3	0.0005 (0.1260)*	0.004 (0.5825)*
Error	25	0.0003	0.006
C.V.		3.34	17.85
R ²		0.42	0.11

(*) representa las probabilidades.