



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE GLICINA EN DIETAS SORGO-SOYA CON 13% DE PROTEÍNA PARA GALLINAS HY LINE DE PRIMER CICLO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MANUEL LÓPEZ CRUZ

Asesores:

MVZ MC Benjamín Fuente Martínez

MVZ MSc Ernesto Ávila González



MEXICO DF

NOVIEMBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A Dios.

Por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación como profesional, y saber afrontar cada prueba que ha puesto en mi camino, por haberme permitido llegar hasta este punto y estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por su amor, enseñanza y cariño

A mis Hermanos.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos y valores y más que nada por su amor.

A mis Amigos.

Que me apoyaron en los malos y buenos momentos, Luis, Mari, Gris y cada uno de los, compañeros universitarios con los cuales compartí experiencias.

A mi esposa

Dedico este trabajo a mi amiga, amada y querida esposa, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar

Nuevas metas, tanto profesionales como personales a la cual aprovecho para decirle” te amo Gris “.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y al centro de investigación en extensión y producción avícola, por darme la oportunidad de alcanzar esta meta.

Al Doctor benjamín fuente Martínez por su apoyo comprensión, paciencia confianza. Y por todo el tiempo que dedico conmigo para culminar con este trabajo. ¡GRACIAS DOCTOR!

Al Doctor Ernesto Ávila director del CEIEPAv por todo el apoyo brindado y las facilidades para la realización de este estudio. ¡Gracias

A mis asesores por su conocimiento enseñanza brindada para este trabajo.

A la Dra. Elizabeth Posadas Hernández y al Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez por su amistad y apoyo en mi estancia en el C.E.I.E.P.A.v y realización de este proyecto.

Al sistema de becas México nación multicultural (PUIC) que con el apoyo económico que me otorgaron durante mi carrera logre concluir mi carrera.

A todos mis amigos y compañeros con los que conviví en la realización de este proyecto y compartimos buenos momentos y experiencias: Liz, David, Miriam, Carlos, Eric, Tatiana, Jorge, Lázaro, Alma. ¡Gracias!

A mis Profesores aquellos que dedicaron su valioso tiempo a mi formación universitaria y fueron una motivación para la culminación de mis estudios.

RESUMEN.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
Situación actual de la avicultura mexicana	3
Proteína	4
Aminoácidos requeridos por las aves	6
Proteína ideal	7
Dietas bajas en proteína	8
Glicina	10
Interrelación glicina-treonina.....	11
Interrelación glicina-serina	11
II. JUSTIFICACIÓN	13
III. HIPÓTESIS	14
IV. OBJETIVO GENERAL	15
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
VI. RESULTADOS.....	19
VII. DISCUSIÓN.....	21
VIII. CONCLUSIONES	28
IX. REFERENCIAS	29
X. CUADROS Y FIGURAS	33

Cuadros y figuras

Cuadro 1. Aminoácidos requeridos por las aves.....	32
Cuadro 2. Composición de las dietas basales experimentales para gallinas	33
Cuadro 3. Análisis calculado de las dietas experimentales empleadas.....	35
Cuadro 4. Resultados promedio en 10 semanas de experimentación de las principales variables productivas.....	36
Cuadro 5. Relación de aminoácidos (%) para gallina con el concepto de proteína ideal empleado en las dietas.....	36
Figura 1. Estructura química de una proteína.....	37
Figura 2. Estructura química de la glicina.....	37
Figura 3. Catabolismo de la treonina.....	38
Figura 4. Interconversión de glicina-Serina.....	38

RESUMEN

MANUEL LÓPEZ CRUZ. Efecto de la adición de glicina en dietas sorgo-soya con 13% de proteína para gallinas Hy Line de primer ciclo. (Bajo la dirección del MVZ Dr. Benjamín Fuente Martínez y MVZ MSc. Ernesto Ávila González)

Con el objeto de evaluar el comportamiento productivo de gallinas de primer ciclo de postura alimentadas con dietas con 13% de proteína y glicina sintética como fuente de nitrógeno, se utilizaron 480 gallinas de la línea Hy-Line W36 con 34 semanas de edad y 14 semanas en producción. Se empleó un diseño completamente al azar, cada tratamiento contó con 10 réplicas de 12 gallinas cada una (dieta1; testigo con base a las recomendaciones de nutrientes del manual de la estirpe Hy-Line W36 a 16% de PC, Dieta 2; con 13% PC formulada con el perfil de proteína ideal, Dieta 3; como 2 + glicina para contar con 15.2 % PC, Dieta 4; con perfil de proteína ideal utilizando aminoácidos a un 15.2% PC). Se llevaron registros semanales durante 70 días de, porcentaje de postura, consumo de alimento ave/día, conversión alimenticia (Kg de alimento: Kg de huevo) y masa de huevo ave/día. Al inicio y final del experimento, se pesó el 33% del total de la población (4 aves/réplica) para calcular la ganancia de peso. Los resultados obtenidos, mostraron que el porcentaje de postura disminuyó ($P < 0.05$), cuando se emplearon las dietas con bajo nivel de proteína (13% PC). La conversión alimenticia fue mejor en las aves alimentadas con dietas con un nivel de proteína de 15.2 % PC, de la misma manera el peso y la masa de huevo fue mejor con los niveles más altos de proteína. ($P < 0.05$). Se encontró, mayor pérdida de peso corporal en las aves alimentadas con el tratamiento de perfil de proteína ideal con 13% y el tratamiento adicionado con glicina ($P < 0.05$), el consumo de alimento ave día fue similar entre los tratamientos ($P > 0.05$). La glicina, no mejora el comportamiento productivo de dietas sorgo + soya con 13% de proteína en gallinas Hy Line W36.

I. INTRODUCCIÓN

Situación actual de la avicultura mexicana

El sector avícola mexicano participa con el 63% de la producción pecuaria; 34.6% aporta la producción de pollo, 27.9% la producción de huevo y 0.10% la producción de pavo. La parvada nacional avícola en México decreció 2.45% en 2012, respecto al crecimiento obtenido en 2011, por lo tanto la parvada es la siguiente: 466 millones de aves, 137 millones de gallinas ponedoras, 270 millones de pollos al ciclo y 512 mil pavos al ciclo. En el 2012 se produjeron 3.002 millones de toneladas de carne de pollo, la producción de huevo fue de 2.386 millones de toneladas y la de pavo 9 mil toneladas. La producción de huevo en México durante 2012, se produjo fundamentalmente en los siguientes estados: Jalisco, Puebla, Sonora, la Laguna, Nuevo León, Yucatán y Guanajuato (UNA,2013).

En el 2012 México se ubicó como el sexto productor de huevo a nivel mundial con (118 millones de cajas de huevo), después de China (1,090 millones de cajas), EUA (218 millones de cajas), La Unión Europea (181 millones de cajas), India (178 millones de cajas) y Japón (114 millones de cajas) (UNA, 2013).

La comercialización del huevo para consumo humano, suele hacerse a través de tres vías principales: el 80% se comercializa a granel en los mercados tradicionales y centrales de abasto, el 14% en tiendas de autoservicio en envases cerrados y el 6% restante, se destina al uso industrial (UNA, 2013).

En los últimos años, los precios del huevo han estado por debajo de los índices de inflación. El principal consumidor de huevo a nivel mundial es México. El consumo per cápita del mexicano es de 20.8 Kg de huevo; casi un huevo diario. En segundo lugar se encuentra China con 20.4 Kg; en tercer lugar Singapur con 18,8 kg; Japón en cuarto lugar con 16.3 Kg, y en quinto Estados Unidos con 15.5 Kg (UNA, 2013).

El objetivo más importante de la alimentación de las aves, desde el punto de vista económico es la conversión de ingredientes a alimento para consumo humano. Para conseguir esto la avicultura se ha tecnificado, uno de los factores más importantes para lograrlo es la nutrición y alimentación aviar, ya que esta representa cerca del 60% de los costos de producción (Cuca et al., 2009).

En los últimos años el uso de vitaminas, minerales, aminoácidos cristalinos y otros aditivos han permitido optimizar el potencial genético de las aves. Uno de los principales avances ha sido la descripción de los requerimientos de aminoácidos tanto en el pollo de engorda como en las gallinas de postura. La adición de proteína en la dieta es uno de los principales factores que contribuye a la producción avícola así mismo la adición con aminoácidos específicos ayuda a mejorar la calidad del producto obtenido y disminuir el costo de producción (De Blas y Mateos, 1991).

Proteína

El término proteína comprende a un grupo de compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Las proteínas, intervienen en casi todos los

procesos metabólicos que caracterizan a los seres vivos. Son las moléculas intracelulares más abundantes y se encuentran en todas las estructuras de las células. Las proteínas son necesarias para la formación y mantenimiento de los tejidos del cuerpo. Esta función se lleva a cabo por los aminoácidos, que se combinan para formar proteínas. Una de las múltiples funciones de los aminoácidos en las células es la de servir como unidades monómeras a partir de las cuales sintetizan cadenas polipeptídicas de proteínas. La importancia de los aminoácidos en la nutrición, se demuestra por las funciones que desarrollan las proteínas en el organismo animal; son constituyentes indispensables de todos los tejidos del animal, sangre, músculos, plumas, constituyen alrededor de la quinta parte del peso del ave y aproximadamente la séptima parte del peso del huevo, otras funciones consisten en acelerar las transformaciones químicas, transportar y regular moléculas y electrones a través de las membranas, haciendo posible la transmisión de información entre células y órganos. Determinan la arquitectura celular y extracelular. El sistema inmunitario produce los anticuerpos que son proteínas capaces de distinguir a las moléculas propias de las ajenas. Las proteínas controlan la expresión de las actividades celulares mediante su unión a secuencias específicas del DNA (Laguna y Garza 2002; Cuca et al., 2009).

Todas las proteínas están constituidas por aminoácidos unidos covalentemente. Los aminoácidos constan de un carbono α y cuatro grupos funcionales, los cuales son un hidrógeno, un grupo carboxilo (COO), un grupo R o cadena lateral y cuando menos un grupo amino (NH₂) en la posición α o carbono α de acuerdo a la fórmula general (Figura. 1)

El nivel de proteína de la dieta está definido por la concentración de proteína que satisfaga las necesidades de aminoácidos esenciales considerando o no su digestibilidad (De Blas y Mateos, 1991).

Aminoácidos requeridos por las aves

Existen aminoácidos llamados esenciales que para las aves son 10 u 11, en ocasiones se requiere de una cantidad adicional de nitrógeno suficiente para la biosíntesis de los aminoácidos conocidos como no esenciales (Cuadro 1). Se denominan esenciales, debido a que el organismo animal no los puede sintetizar, como es el caso de lisina y treonina o bien que su síntesis no se da a la velocidad requerida para satisfacer los requerimientos de las aves. La síntesis de aminoácidos se da en estados energéticos positivos, en caso contrario son utilizados en la generación de energía, con la pérdida de aminoácidos para la síntesis de proteínas (Cuca et al., 2009).

En la actualidad la disponibilidad de aminoácidos sintéticos esenciales más limitantes como; metionina, lisina, treonina y triptófano, ha hecho posible la reducción de los niveles de proteína de las dietas sin ningún impacto en la productividad animal (Cuca et al., 2009).

Los aminoácidos no esenciales son necesarios desde el punto de vista fisiológico, sin embargo no se establece un requerimiento mínimo de éstos en la dieta, debido a que las aves son capaces de sintetizarlos a través de la transferencia de grupos aminos de algunos aminoácidos que se presentan en exceso (Cuca et al., 2009).

Proteína ideal

El concepto de proteína ideal fue desarrollado por primera vez en la Universidad de Illinois en los años 50's y principios de los 60's, en donde se estableció como una mezcla ideal de aminoácidos indispensables que permiten conocer exactamente los requerimientos de las aves para la síntesis de proteína y mantenimiento, sin tener una deficiencia o un exceso (Baker, 1997).

El concepto de proteína ideal, según Cuca et al. (2009) implica que existe una relación entre la lisina y los demás aminoácidos, misma que va a variar de acuerdo a la edad de las aves y fin zootécnico, debido a las variaciones en el depósito de proteína con la edad, ya que el requerimiento de algunos aminoácidos es diferente para mantenimiento o producción.

La proteína ideal puede ser definida como el balance exacto de los aminoácidos, sin deficiencias ni exceso, con el objetivo de satisfacer los requisitos absolutos de todos los aminoácidos para mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal, Esto reduce su uso como fuente de energía y disminuye la excreción de nitrógeno (Emmert, 1997; Baker et al.,2002).

Investigadores propusieron un estándar, que contenía solamente 14.8% de proteína y alcanzaba los mismos resultados que los estándares con 17.7% de proteína. Esto dio origen a lo que conocemos actualmente como patrón ideal de aminoácidos digestibles de Illinois (IIPC) para pollo de engorda (proteína ideal). El concepto de proteína ideal usa a la lisina como el aminoácido de referencia, expresándose los requerimientos de los otros aminoácidos indispensables como porcentaje de la lisina

digestible. El perfil ideal de aminoácidos, se determina considerando la lisina como base, por tener las siguientes características (Baker, 1997; Jason y Baker, 1998; Baker et al., 2002; Campos et al., 2008).

- La lisina es el primer aminoácido limitante después de la metionina + cistina, en dietas para aves.
- Es un aminoácido estrictamente esencial no existiendo una vía para la síntesis endógena.
- Tiene metabolismo orientado principalmente para el depósito de proteína corporal (músculo).
- Su análisis en laboratorio es preciso.
- La lisina se encuentra comercialmente disponible en forma sintética, para ser utilizada en las raciones prácticas de los animales.
- Existe una gran cantidad de publicaciones referentes a los requerimientos de lisina en aves

Dietas bajas en proteína

El empleo de dietas con bajos niveles de proteína suplementadas con aminoácidos para las aves de producción, ha sido objeto de numerosas investigaciones, las cuales han tenido limitada aplicación práctica debido a la baja disponibilidad de aminoácidos comerciales, a excepción de lisina y metionina.

Debido a los avances tecnológicos y a que la treonina y el triptófano se han vuelto comercialmente disponibles, así como la reducción en la excreción de nitrógeno para

proteger al medio ambiente, han despertado el interés en el uso de dietas bajas en proteína (Keshavarz, 1992).

Existen diferencias sobre el efecto del nivel de proteína sobre el peso del huevo. De manera general se acepta que el peso de huevo se incrementa a medida que el nivel de proteína aumenta, especialmente si los niveles son altos al principio del ciclo de postura (Khajali et al., 2008).

Calderón y Jensen (1990) y Kezharvaz (1992) presentaron resultados variables del comportamientos productivo de gallinas de postura alimentadas con dietas bajas en proteína sin que el porcentaje de postura o el peso de huevo tuviera efectos negativos.

Morris y Gous (1988) encontraron un aumento en el porcentaje de postura y el peso de huevo si se incrementaba el nivel de proteína cruda en la dieta.

Se ha reportado que dietas bajas en proteína suplementadas con aminoácidos esenciales han tenido buenos resultados sobre los parámetros productivos pero no se ha alcanzado el máximo rendimiento (Johnson y Fisher 1959; Novacek y Carlson 1969).

Hay estudios donde los parámetros productivos como el porcentaje de postura y la masa de huevo llegan a verse afectados; aún cuando las dietas bajas en proteína se suplementan con aminoácidos (Hussein, 1996).

Summers et al., (1991) reportan una disminución del 11% sobre la masa de huevo en gallinas alimentadas con una dieta que contenía 10% de proteína cruda

suplementada con lisina, metionina, arginina y triptófano en comparación con gallinas alimentadas con 17% de proteína cruda.

Calderón y Jensen, 1990 indican que los parámetros productivos de gallinas alimentadas con dietas de 13 y 14% de proteína cruda que contenía niveles adecuados de aminoácidos no son tan adecuados en comparación con aves alimentadas con dietas de 16% de proteína cruda.

Hay autores que señalan que el incremento en el peso del huevo debido al aumento de proteína cruda de la dieta, puede deberse a un incremento de la albúmina; sin embargo, al final del ciclo de postura las gallinas tienden a consumir una mayor cantidad de alimento que incrementa la proporción de grasa corporal (Kerharvarz y Nakajima, 1995; Latshaw y Zhao 2011).

Keener y Zhao, (2008) en su estudio los resultados arrojaron que el aumento del contenido de nitrógeno en las dietas tiene un efecto sobre la producción de los huevos.

Glicina

Para las aves, la glicina es considerada un aminoácido dietéticamente esencial si las dietas son bajas en proteína. La producción de glicina no es suficiente para atender las necesidades de peso y el catabolismo del exceso de nitrógeno, por lo que puede utilizarse como fuente de nitrógeno proteico en las dietas de aves de producción. La glicina forma parte del ácido úrico, cada vez que se excreta una molécula de ácido úrico una molécula de serina es eliminada también (Figura. 2). Las necesidades de un aminoácido como la glicina pueden incrementarse cuando los niveles de proteína

en la dieta son bajos o cuando hay desequilibrios en aminoácidos (Campos et al., 2008).

Menos de la mitad del nitrógeno que las aves consumen a través de los aminoácidos, se incorpora a la proteína y el nitrógeno restante no es digerido o se elimina a través de las heces (Keener, 2008).

Interrelación glicina-treonina

Metabólicamente la treonina puede convertirse en glicina por las enzimas treonina aldolasa y treonina deshidrogenasa, presentes en el hígado y el riñón de las aves. Por lo que la treonina debe contemplarse para la formulación cuando se desee añadir glicina como fuente de nitrógeno proteico (Figura. 3) (Tavernari et al., 2008).

Rose et al. (1952) en un estudio realizado en ratas demostraron que la glicina puede servir como fuente de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos no esenciales. Así en pollos puede llegarse a la conclusión de que la adición de glicina en las dietas puede ser usada como fuente para la formación de aminoácidos no esenciales.

Interrelación glicina-serina

Se ha acumulado una considerable evidencia que demuestra la interconexión de serina y glicina (Figura 4), En general se ha demostrado que la serina pierde átomos de β carbono que es un precursor de la glicina y que la glicina por adición de una unidad de 1-carbono puede convertirse a serina (Wixom et al., 1955).

Estos hechos relacionados al metabolismo de la glicina deben ser considerados. En la industria avícola se sabe que las adiciones de aminoácidos es un método efectivo para reducir los niveles de excreción de nitrógeno y amonio al ambiente. Sin embargo, esta reducción en los niveles de proteína puede provocar una baja en la producción de las aves si se compara contra una dieta estándar. Esta reducción en los parámetros puede deberse a la sobre-estimación de los requerimientos de glicina-serina, ya que la necesidad de estos aminoácidos puede incrementarse debido a los bajos niveles de proteína en la dieta. Al respecto Opsina- Rojas *et al.* (2012) mencionaron que una inadecuada relación glicina serina puede llegar a ser un obstáculo en el crecimiento de los pollos de engorda cuando la proteína de las dietas se reduce en un 3 ó 4%, Cuando esta relación es adecuada las aves son capaces de recuperar peso o mejorar la conversión alimenticia. Parr y Summers *et al.* (1991) reportaron que pollos alimentados con niveles estándar de proteína en la dieta más la adición de glicina no cambian los parámetros productivos.

Recientemente se ha reportado que la adición con glicina incrementa la digestibilidad de los lípidos en las dietas de gallinas de postura, debido al efecto emulsificador de la glicina en las sales biliares y que favorece la acción de las enzimas pancreáticas sobre los lípidos y su absorción por las vellosidades intestinales (Opsina-Rojas *et al.*,2013).

II. JUSTIFICACIÓN

Debido a la necesidad de reducir los costos en la alimentación de las gallinas y además de disminuir la eliminación de nitrógeno al medio ambiente y mantos freáticos, es necesario adecuar las dietas de manera que sea posible suministrar dietas con bajos niveles de proteína, haciendo uso de la oferta de aminoácidos comerciales para optimizar la formulación de dietas bajo el concepto de proteína ideal.

III. HIPÓTESIS

El empleo de glicina sintética como fuente de nitrógeno en dietas sorgo + soya para gallina de postura de primer ciclo, con 13% de proteína cruda formuladas bajo el concepto de proteína ideal no alterara su comportamiento productivo con respecto a aves alimentadas con 15.2% de proteína cruda.

IV. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el empleo de glicina sintética en dietas con 13% de proteína cruda, formuladas bajo el concepto de proteína ideal en dietas sorgo + pasta de soya en gallinas de postura de primer ciclo para aumentar el contenido de proteína 15.2% de proteína cruda.

Objetivos particulares:

- Medir el porcentaje de postura y peso promedio de huevo en gallinas de primer ciclo alimentadas con dietas sorgo + pasta de soya con 13% de proteína cruda y glicina sintética.

- Calcular la masa de huevo e índice de conversión en gallinas de primer ciclo alimentadas con dietas sorgo + pasta de soya de 13% de proteína cruda y glicina sintética.

- Determinar la ganancia o pérdida de peso de las aves alimentadas con dietas sorgo + pasta de soya con 13% de proteína cruda y glicina sintética.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C. E. I. E. P. A. v) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, Localizado en la calle de Salvador Díaz Mirón No.89, en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal que se encuentra a una altura de 2250 msnm entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo enero el mes más frío y mayo el más caluroso, su temperatura promedio anual es de 16°C, con una precipitación pluvial anual media de 747 mm (INEGI, 1992).

Todos los procedimientos de manejo de las aves cumplieron con los requisitos señalados por el Comité institucional para el cuidado y uso de los animales experimentales (CICUAE- FMVZ-UNAM con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999).

El experimento se realizó en una caseta de ambiente natural que contó con jaulas de pirámide tipo california, en las que fueron alojadas 480 gallinas de la línea Hy-line W36 con 34 semanas de edad y 14 semanas en producción y un peso corporal promedio de 1.419 ± 0.062 kg. Antes de la prueba se determinaron los aminoácidos de los ingredientes empleados mediante la técnica de NIR y AQP.

Las aves fueron distribuidas aleatoriamente en 4 tratamientos con 10 réplicas de 12 gallinas cada uno. Se les proporcionó un fotoperiodo de 16 horas luz/día.

Los tratamientos o dietas experimentales y los análisis calculados se muestran en los Cuadro 2 y 3, fueron formuladas dietas con base en sorgo + pasta de soya con 13% de proteína cruda bajo el concepto de proteína ideal de Fuente *et a.* (2005); se emplearon los coeficientes de aminoácidos digestibles de Mariscal *et al.* (1995) y se adicionaron los principales aminoácidos comerciales más limitantes (L- lisina HCl, DL-metionina y L-treonina).

El agua y alimento se proporciono *ad libitum* durante todo el experimento.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Dieta testigo con base a las recomendaciones de nutrientes del manual de la estirpe Hy-line W36 a 16% de PC
2. Dieta con 13% PC formulada con el perfil de proteína ideal
3. Dieta como 2 + glicina para contar con 15.2 % PC
4. Dieta con perfil de proteína ideal utilizando aminoácidos a un 15.2% PC

Cada semana durante 70 días fue registrado el porcentaje de postura, el consumo de alimento ave/día, la conversión alimenticia (Kg de alimento/Kg de huevo) y la masa de huevo ave/día.

Al inicio y al final de la prueba, mediante un muestreo aleatorio simple sin reemplazo se pesó el 33% del total de la población (4 aves/réplica) para obtener la ganancia de peso.

A los resultados de las variables obtenidas, se les realizaron los análisis estadísticos conforme a un diseño completamente al azar mediante el siguiente modelo (Khuel, 2001).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{i(j)} \quad i=1,2,3 \text{ y } 4 \quad j= 1,2,3,4,5,6,7,8,9 \text{ y } 10$$

Y_{ij} =variable de respuesta

μ =Media general

T_i =efecto del i-esimo tratamiento

$\epsilon_{i(j)}$ =error experimental

La comparación de las medias en caso de diferencia estadística, se realizó con una prueba múltiple de Tukey con una significancia de $P < 0.05$.

VI. RESULTADOS

En el Cuadro 4 se muestran los resultados promedio de 70 días de experimentación para las variables porcentaje de postura, peso promedio del huevo, masa del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Para la variable porcentaje de postura se observa que la dietas que cumple con las recomendaciones del manual de la estirpe con 16% PC y la de 15.2% de proteína tuvieron el mayor porcentaje de producción (87.9% y 86.4 %), los demás tratamientos (2 y 3) tuvieron porcentajes de producción similares: 83.8 y 84.4 % respectivamente ($P < 0.05$).

El mejor peso y masa de huevo ($P < 0.05$) se obtuvo en las aves alimentadas con el tratamiento 1 (Dieta según el manual de la estirpe con 16% de PC) y con el tratamiento 4 (15.2 % de PC con aminoácidos comerciales), el peso de huevo fue de 62.1 y 61.9 g respectivamente, las mejores masas de huevos fueron también de 54.6 y 53.4 g ($p < 0.05$). Las aves alimentadas con el tratamiento 2 y 3 obtuvieron el menor peso de huevo (60.8 y 60 g respectivamente) y la masa de huevo para los tratamientos 2 y 3 fue de 51 y 50.7 g respectivamente, ($P < 0.05$) Estos valores fueron menores en comparación con los que se obtuvo con los tratamientos 1 y 4.

Las conversiones alimenticias peores fueron las de las aves alimentadas con perfil de proteína ideal con 13% PC (T2) y la dieta con glicina calculada a 15.2%PC (T3) (1.772 y 1.782 Kg:Kg), Las mejores conversiones alimenticias correspondieron a los tratamientos 1 y 4 (1.651 y 1.700 Kg:Kg respectivamente). ($P < 0.05$).

En cuanto a las aves alimentadas con 13% PC y la dieta con glicina calculada a 15.2%PC, presentaron una pérdida de peso (-3.8 y -76.4 respectivamente) ($P < 0.05$), a diferencia de los tratamientos con 16 y 15.2% PC en donde la ganancia de peso fue de 62.1 y 80.9 g respectivamente sin que se encontrara diferencia estadística significativa entre estos tratamientos ($P > 0.05$).

Para el consumo de alimento /ave/día no se encontró diferencia entre ninguno de los tratamientos empleados ($P > 0.05$).

VII. DISCUSIÓN

Latshaw y Zhao (2011) encontraron que el consumo de alimento puede ser mayor si el nivel de proteína en las dietas es bajo. Sin embargo, en el presente trabajo esto no se observó. Harms et al., (2004) señalan, que el factor primario que controla la cantidad de alimento consumido por las gallinas es el nivel de energía metabolizable de las dietas. En este caso todos los tratamientos utilizados tenían el mismo nivel de energía metabolizable (2.963 Mcal/kg), por lo que probablemente por esta razón no se encontró ningún efecto de los niveles de proteína sobre el consumo de alimento (Cuadro 4). Fuente *et al*, (2012) reportaron que cuando se manejan niveles de 13, 14, 15 y 16% PC con el mismo nivel de energía metabolizable en las dietas, el consumo de alimento no se altera, por lo que concuerdan con los resultados encontrados en este estudio.

El menor porcentaje de postura se observó en las aves alimentadas con 13% de proteína cruda (tratamientos 2 y 3), esta disminución en el porcentaje de postura respecto a los otros tratamientos en donde el nivel de proteína cruda fue mayor, también fue observado por Fuente *et al*. (2012) quienes trabajaron con gallinas Hy Line W36 de 26 semanas de edad alimentadas con diferentes niveles de proteína cruda de 13, 14, 15 y 16% y observaron que el porcentaje de producción más bajo fue el de las aves alimentadas con 13% de PC, coincidiendo con los resultados del presente estudio. Un factor puede ser la relación de aminoácidos ya que los tratamientos 2 y 3, poseen la misma proporción de aminoácidos (Cuadro 5) a lo que puede atribuirse los bajos niveles de producción. En otro estudio Kesharvaz y Jackson (1992) indicaron que la producción de huevo en un periodo de

experimentación de las 22 a las 66 semanas no tuvo diferencias en gallinas Babcock B300 alimentadas con una secuencia de 12, 13 y 14% de proteína cruda y la adición de varios aminoácidos (Arginina, lisina, metionina, treonina, isoleucina y triptófano).

Leeson y Summers (2001) reportaron que es necesario un 17% de proteína cruda para una producción máxima, mientras que el manual Hy-Line W36 (2011) menciona que se requiere de 16%, En el presente trabajo se muestra que incluso un 15.2% de proteína cruda en las dietas es suficiente para obtener un adecuado porcentaje de postura. Hay que destacar que el porcentaje de postura esperado según el manual de la estirpe es de 89% siendo similar con cada uno de los tratamientos utilizados, lo cual sugiere que la utilización de niveles bajos de proteína cruda en las dietas no afecta este parámetro productivo, siempre y cuando la relación de aminoácidos sea la adecuada. Sin embargo, al reducir los niveles de proteína cruda de las dietas hay que considerar la edad de las aves. Novak *et al.* (2006) reportaron un impacto negativo en el porcentaje de producción en la última etapa del periodo de producción (43 a 63 semanas de edad), cuando se redujo el nivel de proteína de las dietas.

El mejor peso y masa de huevo fue obtenido por las aves alimentadas con el tratamiento que seguía las especificaciones del manual de la estirpe y el tratamiento con 15.2% PC adicionado con aminoácidos comerciales (Cuadro 4). Esto puede deberse a que estos tratamientos además de poseer mayor cantidad de proteína cruda y una mejor relación de aminoácidos (Cuadro 5), respecto a los otros tratamientos en los que el peso y la masa de huevo fue menor. El peso de huevo fue mejor con diferencia de 2 gramos cuando se utilizaron los tratamientos 1 y 4. Kesharvarz y Austic (2004) mencionan que esto puede deberse a una mayor adición

de aminoácidos azufrados en estos tratamientos; 0.764 y 0.639 % respectivamente (Cuadro 3). Esto también tuvo un impacto sobre la masa de huevo, la cual es mayor en las aves alimentadas con estos mismos tratamientos. Kesharvaz y Austic (2004) mencionan que dietas con el mismo nivel de proteína pueden mejorar algunos parámetros, como es el caso de peso y masa de huevo, cuando se adicionan cantidades adecuadas de aminoácidos comerciales. Este efecto fue observado en los tratamientos 2 y 3, en donde ambos tratamientos contenían el mismo nivel de proteína cruda (15.2 %). Es por eso que el tratamiento 4 en el que se adicionaron aminoácidos comerciales, fue mayor el peso y masa de huevo, debido probablemente a una mejor relación de aminoácidos azufrados y a la adición de los aminoácidos comerciales.

Harms y Rusell (1993) señalaron este mismo efecto en gallinas Hy-line de 28 y 42 semanas de edad alimentadas con dietas bajas en proteína más aminoácidos sintéticos, obtuvieron una masa de huevo mayor respecto a aquellas aves alimentadas con dietas bajas en proteína sin adición de aminoácidos por lo que probablemente, en el tratamiento 4 (15.2% de proteína cruda + aminoácidos) se incrementó en casi 2 g el peso de huevo en comparación con el tratamiento 3 que tenía el mismo porcentaje de proteína cruda pero solo fue adicionado con glicina como fuente de nitrógeno.

Leeson y Caston (1996) reportaron una disminución del peso de huevo con dietas que contenían 14.4% de proteína cruda en comparación con otra formulada con 16.8% de proteína cruda. Siendo que ambas dietas poseían el mismo nivel de

metionina y lisina, ellos atribuyeron la disminución del peso de huevo a un inadecuado nivel del nitrógeno total.

En mamíferos el nitrógeno de la glicina es empleado para la síntesis de protoporfina de la hemoglobina antes que ser utilizado como fuente de nitrógeno (Shemin y Rittenber, 1946), probablemente este mismo hecho puede ocurrir en las aves por lo que en el presente estudio la reducción del peso de huevo no puede ser atribuido directamente al nitrógeno, si no a que los aminoácidos azufrados estaban en una proporción más baja en las dietas 2 y 3, o algún otro aminoácido que esté limitante.

El mismo efecto, se observó en masa de huevo. Harms y Rusell (2004) mencionaron que las dietas bajas en proteína dan como resultado una disminución en la masa de huevo, efecto que se observó en las gallinas alimentadas con los tratamientos dos y tres (Cuadro 4). Estos autores señalan que si las dietas se adicionan aminoácidos, la masa de huevo tiende a incrementarse, efecto observado con el tratamiento 4.

La disminución en la masa de huevo puede deberse al inadecuado consumo de algún aminoácido (Kesharvaz y Jackson, 1992), o bien a que las dietas bajas en proteína generalmente son marginales en algún aminoácido esencial (Penz y Jensen, 1991).

Khajali *et al.* (2008) sugieren otra alternativa. En su estudio mencionaron que la mayoría de las investigaciones evalúan la respuesta de las gallinas cuando disminuyen los niveles de proteína en las dietas pero no se presta atención a mantener un rango constantes de aminoácidos azufrados y lisina en las dietas, lo cual repercute de manera negativa y directa en el peso y masa de huevo.

Desde otro punto de vista, el peso y la masa de huevo, tienen una relación directa con el peso corporal de las aves, por lo que si se da un efecto negativo en el peso corporal de las aves, el peso y la masa de huevo se verán afectados de la misma forma. En estudios realizados en pollos de engorda por Dean *et al*, (2006) demostraron que la inclusión de lisina en dietas con bajos niveles de proteína y sin adición de aminoácidos resulta en una disminución del crecimiento de las aves, a lo cual puede deberse la pérdida de peso de las aves alimentadas con los tratamientos dos y tres, lo cual a su vez esto se reflejó en un menor peso y masa de huevo.

Por el contrario, un perfil bajo de proteína cruda pero con la adición adecuada de aminoácidos es compatible con un adecuado crecimiento en los pollos de engorda. Eklund *et al*. (2005) observaron que en humanos la glicina juega un importante papel en el control de la función hipotálamo-pituitaria y esto se relaciona con la hormona del crecimiento que se incrementa con las proteínas, por lo que niveles bajos de proteína en la dieta no promueven esta función con la glicina lo cual ocasiona una pobre ganancia de peso.

La pérdida de peso corporal en las aves alimentadas con el tratamiento dos y tres fue observada también por Harms y Rusell (2004), que la atribuyeron a los niveles bajos de proteína sin adición de aminoácidos, ya que cuando las dietas se adicionaban con aminoácidos la pérdida del peso corporal no se observaba. Este efecto es muy evidente en el peso corporal obtenido en las aves alimentadas con los tratamientos tres y cuatro en los que el nivel de proteína es el mismo (15.2%) pero uno de ellos fue adicionado con glicina como fuente de nitrógeno para alcanzar un nivel similar de proteína y el otro tratamiento fue adicionado con aminoácidos siendo este el que no

afecto de manera negativa el peso corporal de las aves. Al respecto Parr y Summers (1991) observaron que la adición con glicina como fuente de nitrógeno para síntesis de aminoácidos no esenciales incrementa el crecimiento de pollos de engorda Ross solo cuando la dieta contiene aproximadamente 20% de proteína cruda. Probablemente en gallinas puede ocurrir algo similar con niveles bajos de proteína (15.2 %), ya que aún con la adición de glicina en el presente estudio no favorecen la adecuada ganancia de peso, lo cual explicaría que las aves alimentadas con el tratamiento tres tuvieron una pérdida de peso corporal.

Khajali *et al.* (2008) encontraron que en gallinas Hy-line W36 la pérdida de peso corporal en gallinas de 20 semanas de edad, con una producción del 5% y alimentadas con bajos niveles de proteína, puede deberse a que la reserva de proteínas del cuerpo disminuye gradualmente cuando la dieta es baja en proteína.

Es necesario señalar la importancia de la interacción que tiene la glicina con otros aminoácidos y el impacto que esto puede generar sobre los parámetros productivos de las aves, en pollos la disminución en los parámetros productivos se asocia a la sub-estimación de las necesidades de glicina+serina, ya que las necesidades de estos aminoácidos suele incrementarse cuando el pollo de engorda es alimentado con dietas con bajos niveles de proteína lo cual ocasiona un efecto negativo sobre la ganancia de peso (Dean *et al.*, 2006), pudiera ser que esto mismo suceda en gallinas de postura.

Específicamente en pollos de engorda, se comprobó que hay una pérdida de peso y una deficiente conversión alimenticia, ocasionada por bajos niveles de proteína en

las dietas, pero puede haber una recuperación del peso corporal con una adecuada adición de Glicina+serina (Dean *et al.*, 2006). Si este proceso también se lleva a cabo en la gallina de postura, se debería considerar la relación entre la glicina y la serina en la formulación, aspecto que no fue considerado en este trabajo.

Otra investigación hecha por Powell *et al.* (2009) en pollos Ross 308, sostiene que la glicina puede ser un verdadero precursor para la síntesis de la cistina, mejorando también la utilización de otros aminoácidos por lo que cuando se adiciona glicina a las dietas que tienen una adecuada relación de aminoácidos puede llegar a mejorar los parámetros productivos, es por esto que cuando se adiciona glicina sintética como fuente de nitrógeno proteico a las dietas, debe considerarse el tipo de interacciones que la glicina tiene con otros aminoácidos y el impacto de estos sobre los parámetros productivos.

VIII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas se puede concluir que:

1. Al disminuir los niveles de proteína cruda hasta 13%, respecto al nivel sugerido en el manual de la estirpe (16 o 15.2% de proteína cruda), se reduce el porcentaje de postura, peso y masa de huevo en gallinas Hy Line W36 de 34 semanas de edad.
2. El consumo de alimento, no se vió afectado al emplear dietas con bajos niveles de proteína cruda (13%) y adicionadas con glicina.
3. El empleo de dietas bajas en proteína (13%) aún bajo el concepto de proteína ideal, tiene un impacto negativo sobre el peso corporal de las aves, debido a que genera la pérdida de peso por deficiencia de algunos aminoácidos limitantes.
4. La adición de glicina como fuente de nitrógeno a dietas sorgo soya con 13% de proteína como fuente de nitrógeno, no mejoró la ganancia de peso.

IX. REFERENCIAS

1. Baker DH, Batal AB, Parr TM, Augspurger NR, Parsons CM. ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. *Poult. Sci.* 2002; 81: 485-494.
2. Baker DH. Ideal amino acid profiles for swine and poultry their applications in feed formulation. *Fermex technical review-9.* 1997;9.
3. Calderon MV, Jensen SL. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by protein concentration. *Poult Sci.* 69: 1990; 934-944.
4. Campos A, Salguero S, Albino L, Rostagno H. Aminoácidos en la nutrición del pollo de engorde: proteína ideal. *Memorias del III Congreso latinoamericano de nutrición animal.* Cancún (Quintana Roo) México. Mexico (D.F.) Colegio latinoamericano de nutrición animal. 2008. 18-21 de noviembre.
5. Cuca GM, Ávila GE, Pró MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de patronato universitario. Departamento de zootecnia. 2009.
6. De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1991.
7. Dean DW, Bidner TD, Southern LL. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets support optimal performance of broiler chicks. *Poult Sci.* 2006; 85: 288-296.
8. Eklund M, Bauer E, Wamatu J, Mosenthin R. Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. *Nutr Res Rev.* 2005; 18: 31-48.
9. Emmert JI. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid level in broiler diets. *J. Appl. Poult Res.* 6: 462-470. 1997.
10. Fuente MB, Díaz CA, Lecumberri LJ, Ávila GE. Necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn blancas. *Vet Mex.* 2005; 135-146.
11. Fuente MB, Mendoza MGD, Arce MJ, López CC, Ávila GE. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. *Arch. Med Vet.* 2012; (44) 67-74.

12. Harms RH, Russell GB, performance of commercial laying hens when fed diets with various sources of energy. *J. Appl Poul Res.* 2004; 13:365-369.
13. <http://una.org.mx/2013/>
14. Hussein AS, Cantor AH, Pescatore AJ, Johnson TH. Effect of dietary protein levels on pullet development. *Poult Sci.* 1996; 75: 973-978.
15. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Tlahuac: Cuaderno de información básica delegacional. México (DF): INEGI, 1992.
16. Jason LE, Baker DH. Use of the ideal protein concept for precision formulation. *J. Appl. Poultry Res* 1998; 3: 98-103
17. Johnson D, Fisher H. The amino acid requirement of laying hens, supplying minimal levels of essential amino acids from natural feed ingredients. *Poult Sci.* 1959; 38 (4): 149-152..
18. Keener HM, Zhao. A modified mass balance method for predicting NH₃ emissions form manure N for livestock and storage facilities. *Biosys. Eng.* 2008. 99: 81-87.
19. Kesharvarz K and Jackson ME. Performance of growing pullets and laying hens fed low-protein, amino acid-supplemented diets. *Poult Sci.* 1992; 71: 905-918.
20. Kesharvarz K, Nakajima S. The effect of dietary manipulations of energy, protein and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components. *Poult Sci.* 1995; 74(1): 50-61.
21. Keshavarz K. performance of growing pullets and laying hens fed low-protein, aminoacid –supplemented diets. *Poult Sci.* 1992; 71: 905-918.
22. Khajali F, Khoshouie EA, Dehkordi SK, Hematian M. production performance and egg quality of Hy- Line W36 laying hens fed reduced-protein diets at a constant total sulfur amino acid: lysine ratio. *J Appl Poul Res.* 2008; 17: 390-397.
23. Khuel RO. Diseños de experimentos: principios estadísticos de diseño y analisisd de investigación. Thompson learning. 2001. USA.
24. Laguna J, Garza EP. Bioquímica de Laguna. El manual moderno. 2002.

25. Latshaw JD, Zhao L. Dietary protein effects on hen performance and nitrogen excretion. *Poult Sci.* 2011; 90 (99-106).
26. Leeson S, Caston LJ. Response of laying hens to diets varying in crude protein or available phosphorus. *J Appl Poult Res.* 1996; 5:289-296.
27. Leeson S, Summers JD. *Scott's Nutrition of chicken.* 4th ed. University Books. Guelph, Ontario, Canada. 2001.
Manual de la estirpe 2011
28. Mariscal GL, Ávila GE, Tejada HI, Cuaron JA, Vázquez PC. Contenido de aminoácidos totales y digestibles verdaderos para pollos de los principales ingredientes utilizados en Latinoamérica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1995.
29. Morris TR, Gous RM. Partitioning of the response to protein between egg number and egg weight. *Br. Poult Sci.* 1988; 29: 93-99.
30. Novacek EJ, Carlson CW. Low protein cage-layer diets and amino acids. *Poult Sci.* 1969; 48 (4): 1490-1497.
31. Novak C, Yakout HM, Schedeler E. the effect of dietary protein level and total amino acid: lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-line W 98 hens. *Poult Sci.* 2006; 85: 2195-2206.
32. Opsina- Rojas IC, Murakami AE, Eying C, Nunes RV, Duarte CRA, Vargas MD. Commercially available amino acid supplementation of low-protein diets for broiler chickens with different ratios of digestible glycine+serine: lysine. *Poult Sci.* 2012; 91:3148-3155.
33. Opsina-Rojas IC, Murakami AE, Oliveira CAL, Guerra AFQG. Supplemental glycine and threonine effects on performance, intestinal mucosa development, and nutrient utilization of growing broiler chicken. *Poult Sci.* 2013; 92: 2724-2731.
34. Parr JF, Summer JD, the effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. *Poult Sci.* 1991; 70: 1540-1549.
35. Penz MA, Jensen LS. Influence of protein concentration , amino acid supplementation, and daily time of access to high- or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. *Poult Sci.* 1991; 70: 2460-2466.

36. Powell S, Bidner TD, Southern LL. The interactive effects of glycine, total sulfur amino acids, and lysine supplementation to corn-soybean meal diets on growth performance and serum uric acid and urea concentrations in broilers. *Poult Sci.* 2009; 88: 1407-1412.
37. Rose WC, Burr WW, Sallach HJ. Growth in diets devoid of glycine, serine and cysteine and low in choline. *J Bio Chem.* 1952; 194: 321-328.
38. Shemin D, Rittenberg D. The biological utilization of glycine for the synthesis of the protophorfyryns of hemoglobin. *J. Biol. Chem.* 1946; 166: 621-625.
39. Summers JD, Atkinson JL, Spratt D. supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. *Can J Ani Sci.* 1991; 71: 211-220.
40. Tavernari F, Salguero S, Albino LFT, Rostagno H. Nutrición , patología y fisiología digestiva en pollos: aspectos practicos. Memorias del XXIV curso de especialización FEDNA. 2008. 23-24 de octubre. Madrid (España). España. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. 2008. 31-45.
41. Wixom RL, Pipkin GE, Day PL. Interrelationship of serine and glycine for chick growth. *Journal of Nutrition.* 1955; 64 (1): 13-31.

X. CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Aminoácidos requeridos por las aves

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Arginina	Alanina
Fenilalanina	Glicina
Isoleucina	Serina
Histidina	Tirosina
Lisina	Acido aspartico
Leucina	Acido glutamico
Metionina	Cistina
Treonina	Prolina
Triptofano	
Valina	

(Pró MA et al., 2009)

Cuadro 2. Composición de las dietas basales experimentales para gallinas.

	1.- Manual Hy-line 16% PC	2.-Perfil de proteína ideal con13% de PC	3.- Como 2 +glicina 15.2% PC	4.- Perfil de proteína ideal 15.2% PC
Sorgo	593.489	654.215	654.215	626.268
Pasta de soya	219.792	137.513	137.513	196.149
Carbonato de Calcio	98.152	98.283	98.283	98.207
Aceite vegetal	53.690	53.764	53.764	47.948
Fosfato de calcio	19.743	20.239	20.239	19.818
Sal	3.180	2.941	2.941	3.551
DL-Metionina	2.758	2.306	2.306	1.710
Bicarbonato de sodio	1.749	2.128	2.128	1.226
L-LisinaHCl	1.746	2.370	2.370	0.501
Premezcla de Minerales***	1.000	0.500	0.500	0.500
Pigmento amarillo*	1.000	1.000	1.000	1.000
Pigmento rojo**	0.800	0.800	0.800	0.800
L-Treonina	0.701	1.027	1.027	0.122
Cloruro de colina 60%	0.500	0.500	0.500	0.500
Premezcla de vitaminas***	0.250	0.250	0.250	0.250
Antioxidante	0.150	0.150	0.150	0.150
Celulosa	0.000	18.860	0.000	0.000
L-Arginina	0.00	0.87	0.873	0.000
L-Isoleucina	0.000	0.558	0.558	0.000
L-Valina	0.000	0.424	0.424	0.000
Bacitracina de zinc	0.300	0.300	0.300	0.300
L- glicina	0.000	0.000	18.860	0.000
Secuestrante de micotoxinas	1.000	1.000	1.000	1.000
TOTAL	1000	1000	1000	1000

*pigmento amarillo vegetal (Avelut): xantofilas amarillas 15 g/Kg.

**Pigmento rojo vegetal (Avired): pigmento rojo de chiles del genero capsicum 5g/Kg.

*** Vitaminas y minerales: Vitamina A 10,000,000 UI; Vitamina D3 2,500,000, UI; Vitamina E UI; Vitamina K 2.5g; Tiamina 1.6g; Riboflavina 5g; Cianocobalamina 0.010g, Ácido Fólico 0.50g; Piridoxina 1.5g; Pantotenato de calcio 10g; Niacina 30g; Cloruro de colina 60% 200g, Hierro 40g; Manganeso 80g; Cobre 10g; Yodo 2g; Zinc 60g; Selenio 0.30g; Antioxidante 125g; Vehículo c.b.p 500g.

Cuadro 3. Análisis calculado de las dietas experimentales empleadas.

	1.- Manual Hy-line 16%PC	2.-Perfil de proteína ideal con13% de PC	3.- Como 2 +glicina 15.2% PC	4.- Perfil de proteína ideal 15.2% PC
Energía metabolizable, Kcal/kg	2963	2963	2963	2963
Proteína cruda,%	16.0	13.0	15.199	15.200
Metionina + cistina digestible, %	0.676	0.554	0.554	0.554
Lisina digestible,%	0.805	0.652	0.652	0.652
Treonina digestible, %	0.564	0.476	0.476	0.476
Triptófano digestible, %	0.177	0.134	0.134	0.166
Arginina digestible, %	0.861	0.704	0.704	0.795
Isoleucina digestible, %	0.558	0.502	0.502	0.552
Valina digestible, %	0.656	0.554	0.554	0.620
Calcio total, %	4.000	4.000	4.000	4.000
Fósforo disponible, %	0.500	0.500	0.500	0.500
Sodio, %	0.180	0.180	0.180	0.180
Cloro, %	0.300	0.300	0.300	0.300

Cuadro 4. Resultados promedio en 10 semanas de experimentación de las variables productivas.

Tratamiento	Postura, %	Peso del huevo, g	Masa de huevo ave/día, g	Consumo de alimento ave/día, g	Índice de Conversión, kg:kg	Ganancia de peso, g
1.-Manual Hy line 16% PC	87.9 ^a	62.1 ^a	54.6 ^a	90.0 ^a	1.651 ^b	62.1 ^a
2.- perfil proteína ideal con 13% de PC	83.8 ^b	60.8 ^b	51.0 ^b	90.1 ^a	1.772 ^a	-3.8 ^{ab}
3.-Como 2 + glicina 15.2%PC	84.4 ^b	60.0 ^b	50.7 ^b	89.9 ^a	1.782 ^a	-76.4 ^b
4.-perfil de proteína ideal 15.2% PC	86.4 ^{ab}	61.9 ^a	53.4 ^a	90.5 ^a	1.700 ^b	80.9 ^a
EEM	0.79	0.25	0.54	0.54	0.013	28.7

Cuadro 5. Relación de aminoácidos (%) para gallina con el concepto de proteína ideal empleado en las dietas

Aminoácido	1.- Manual Hy-line 16% PC	2.-Perfil de proteína ideal con13% de PC	3.- Como 2 +glicina 15.2%PC	4.- Perfil de proteína ideal 15.2% PC
Lisina	100	100	100	100
Azufrados	83.9	84.96	84.96	84.96
Treonina	70.06	73	73	73
Triptófano	21.98	20.55	20.55	20.55
Arginina	106.9	107.97	107.97	121.93
Valina	81.49	84.96	84.96	95.09
Isoleucina	69.31	76.99	76.99	84.66

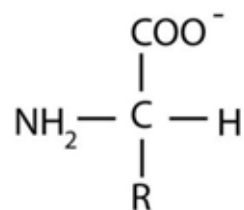


Figura 1. Estructura química de las proteínas.

Tomada de: <http://elmodernoprometeo.blogspot.mx/2011/08/proteinas-conformacion-y-estructura.html>

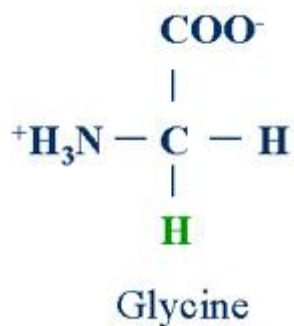


Figura. 2. Estructura química de la glicina

Tomada de: http://agron-www.agron.iastate.edu/Courses/Agron317/AA_inhibitors.htm

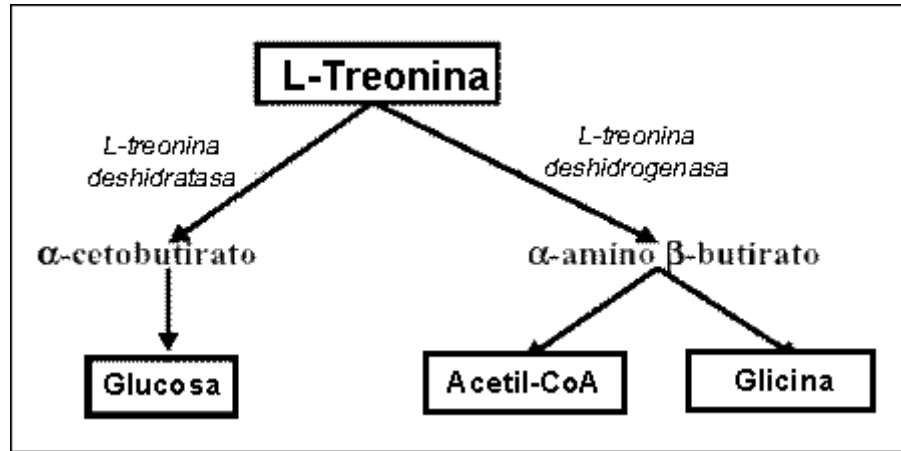


Figura 3. Catabolismo de la treonina.

Tomado de: http://www.3tres3.com/nutricion/utilizacion-metabolica-de-la-treonina-en-ganado-porcino_693/

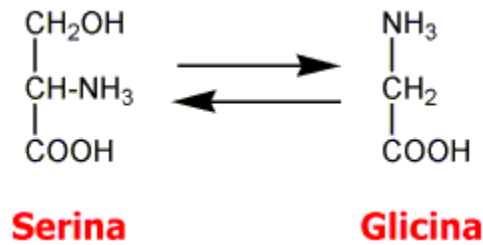


Figura 4. Interconversion Glicina-Serina.

Tomado de: Gómez-Jarabo, G. (ed.): "Farmacología de la conducta: Manual Básico para Psicoterapeutas y Clínicos"