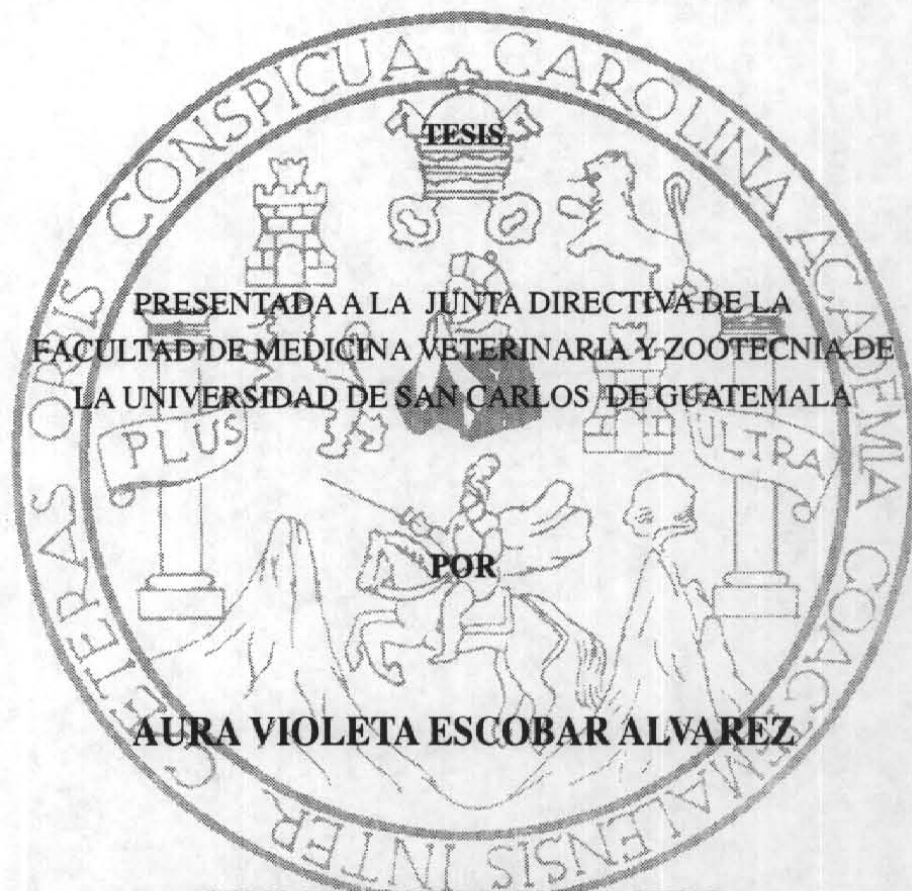


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**EFFECTO DEL NIVEL DE L-TREONINA EN DIETAS PARA  
GALLINAS DE POSTURA COMERCIAL DURANTE EL  
PERIODO DE LA SEMANA 33 A LA 41 DE EDAD**



PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE  
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**AURA VIOLETA ESCOBAR ALVAREZ**

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR  
AL TITULO PROFESIONAL DE

**LICENCIADA EN ZOOTECNIA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1998

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO: Lic. RODOLFO CHANG SHUM  
SECRETARIO: Dr. MIGUEL ANGEL AZAÑON  
VOCAL PRIMERO: Lic. ROMULO GRAMAJO LIMA  
VOCAL SEGUNDO: Dr. OTTO LIMA LUCERO  
VOCAL TERCERO: Lic. EDUARDO SPIEGELER  
VOCAL CUARTO: Br. EDUARDO RODAS NUÑEZ  
VOCAL QUINTO: Br. JOSE ENRIQUE MORENO

ASESORES:

LIC. ZOOT. CARLOS HUMBERTO ORTIZ CASTRO  
LIC. ZOOT. ROBIN RODOLFO IBARRA MENENDEZ  
LIC. ZOOT. JULIO R. ABRIL B.

COLABORADOR:

ING. HANS GERHARD MANN S.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

JUAN CARLOS ESCOBAR CASTAÑEDA

CLEMENCIA DEL CARMEN ALVAREZ S. DE ESCOBAR +

A MI ESPOSO

JOSE IVAN SAENZ CONTRERAS

A MI HIJA CON TODO MI CARÍÑO

MARIA ALEJANDRA SAENZ ESCOBAR

A MIS HERMANOS

ISABEL CRISTINA, JUAN CARLOS Y MARCO VINICIO

A MIS SOBRINOS

A LA FAMILIA SAENZ POR SU APOYO Y CARÍÑO

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A MIS ASESORES HANS MANN, JULIO ABRIL, ROBIN IBARRA Y CARLOS  
ORTIZ

A MIS PADRINOS JUAN CARLOS ESCOBAR A., IRMA BERLIETH ALVAREZ L.  
Y EDUARDO ANTONIO DARDON R.

## AGRADECIMIENTOS

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CLAUSTRO DE CATEDRATICOS Y PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA

A LA GRANJA AVICOLA CALIFORNIA

A MIS ASESORES Y COLABORADOR DE TESIS

# INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
II. HIPOTESIS.....	2
III. OBJETIVOS.....	2
IV. REVISION DE LITERATURA.....	3
V. MATERIALES Y METODOS.....	13
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
VII. CONCLUSIONES.....	19
VIII. RECOMENDACIONES.....	20
IX. RESUMEN.....	21
X. SUMMARY.....	22
XI. ANEXO.....	23
XII. BIBLIOGRAFIA.....	30

## INDICE DE CUADROS

1. Valor promedio de las variables, comprendidas entre el rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn.....	24
2. Efecto del nivel de adición de L-Treonina cristalina en dietas para gallinas de postura comercial sobre el Beneficio Neto Parcial.....	28
3. Detalle del Análisis Económico de los diferentes niveles de L-Treonina en dietas para gallinas de Postura Comercial.....	28
4. Análisis de Dominancia en los tratamientos.....	29
5. Resumen del Análisis de Dominancia de los tratamientos.....	29

## INDICE DE FIGURAS

1. Media de las variables Producción, Peso y Masa de Huevo comprendidas entre el rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn.....	25
2. Media de las variables Consumo de alimento, Conversión Alimenticia y Consumo de Treonina comprendidas entre el rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn.....	26
3. Curva de Regresión de las variable Producción, Peso y Masa de Huevo.....	27

## I. INTRODUCCIÓN

La explotación avícola a nivel mundial se ha centrado en la búsqueda de incrementar la calidad nutricional y cantidad de alimento para la población humana, alcanzando elevados niveles de desarrollo, evolucionando de tal forma en el mejoramiento genético que se han logrado niveles altos de productividad.

Una buena nutrición avícola involucra, inicialmente, una adecuada formulación del alimento según la estirpe, edad, etapa de producción del ave, entre otras cosas; es decir, todos los nutrientes deben cubrir los requerimientos nutricionales y estar perfectamente balanceados de tal forma que se provea una dieta equilibrada al menor costo posible, pero que maximice los resultados productivos y por consiguiente la rentabilidad.

En los últimos 15 años, el desarrollo genético de la gallina de postura ha traído como consecuencia cambios drásticos en los parámetros zootécnicos, y por lo tanto, cambios en los requerimientos nutricionales. Es por esto que se hace necesario reevaluar macro y micronutrientes esenciales, como aminoácidos, vitaminas y minerales.

Actualmente se formula una dieta no solamente en base a su contenido de proteína cruda total, sino que, se balancea de acuerdo al perfil de aminoácidos totales o digestibles, incorporando el concepto de balance ideal (proporción ideal de aminoácidos en la dieta diaria).

Los aminoácidos conforman las diferentes formas de proteína corporal, por lo que el nivel adecuado de cada uno de ellos en la ración alimenticia en las aves es de vital importancia para hacer más eficiente el comportamiento productivo.

Hoy en día en las dietas para aves de postura, los aminoácidos esenciales limitantes (Metionina, Cistina y Lisina) han sido cubiertos por fuentes cristalinas, existentes en el mercado de aditivos nutricionales; sin embargo dicha importancia no se ha dado en el caso de Treonina, la cual llega a ser limitante, ya que actualmente se realizan formulaciones en base a aminoácidos digestibles o dietas bajas en proteína total, haciéndolas económicamente más eficientes.

Con el propósito de proporcionar una recomendación al productor avícola del nivel adecuado de Treonina se realizó el presente trabajo de investigación.



## **II. HIPOTESIS**

La suplementación de L-Treonina en las dietas para gallinas de postura no tiene efecto significativo en la producción, peso, masa de huevo, conversión alimenticia, consumo de alimento, peso del ave, mortalidad y huevo roto.

## **III. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Contribuir con la avicultura nacional para incrementar la eficiencia de producción y calidad de huevo en explotaciones de gallina de postura comercial.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Determinar si el nivel de suplementación de L-Treonina en dietas para gallinas de postura tiene efecto en la producción, peso, masa del huevo, conversión alimenticia, consumo de alimento, peso del ave, mortalidad y huevo roto.

- Determinar el tratamiento económicamente más eficiente.

## **IV. REVISION DE LITERATURA**

### **1. PROTEINA**

Dentro de los constituyentes nutricionales básicos en la nutrición animal se encuentran además de carbohidratos, grasas, minerales, vitaminas y agua; la proteína y por consiguiente los aminoácidos que la conforman. Las proteínas son esenciales para la nutrición del ave, resultado de su demanda por los aminoácidos, quienes constituyen las piedras angulares de las cuales se forman las proteínas corporales (North, 1986).

La proteína integra del 75-80% de la materia seca del cuerpo animal, el resto está formado por grasa, pequeñas cantidades de glúcidos y sales minerales. Dentro de la química orgánica, las proteínas y los aminoácidos son las únicas sustancias que además de contener Carbono, Hidrógeno y Oxígeno contienen Nitrógeno. (Castañón, 1984).

Los aminoácidos, que comúnmente se encuentran en las proteínas, están unidos por enlaces peptídicos. (Champe y Harvey, 1994).

### **2. AMINOACIDOS**

Los aminoácidos son los "ladrillos" que conforman la proteína, son compuestos químicos que contienen un grupo amino (básico) y uno carboxílico (ácido). Con pH neutro en soluciones acuosas, tanto el grupo amino como el carboxílico se ionizan. Por esto, los aminoácidos tienen características dipolares (Castañón, 1984).

Los animales superiores no pueden sintetizar todos los aminoácidos y por lo tanto deben obtenerlos a través de la alimentación. Los aminoácidos que no pueden ser sintetizados por el organismo animal, se les llama "aminoácidos esenciales" o indispensables y los que si pueden ser sintetizados y en cantidades suficientes se les llama "aminoácidos no esenciales" o dispensables (Abeles *et al*, 1992).

## 2.1. DISPONIBILIDAD DE LOS AMINOACIDOS

Según Castañón (1984), se entiende por digestibilidad de aminoácidos, la cantidad de los mismos que han sido absorbidos del total de aminoácidos aportados en la dieta. Se diferencia disponibilidad de digestibilidad (para algunos autores) en la capacidad que presentan estos compuestos de ser absorbidos por el organismo. Esta se ve afectada por factores ajenos a la misma absorción y digestión, es decir que aunque esté presente el aminoácido, no es digestible la proteína que lo contiene o no es absorbido por otras razones; debiéndose a factores que incidieron con el alimento antes de ser ingerido por el animal.

La disponibilidad o digestibilidad de los aminoácidos depende de:

- a) Su configuración química
- b) Compuestos en el alimento que interfieren
- c) Procesado de las materias primas

Todos los aminoácidos, exceptuando Glicina, contienen un carbón asimétrico, siendo posibles los isómeros ópticos D y L, estos son imágenes reflejadas del uno al otro y poseen propiedades físicas y actividad química idénticas. Hacen girar el plano de la luz polarizada en dirección opuesta y ambos reaccionan a diferentes velocidades con reactivos que sean asimétricos. Ya que las enzimas digestivas tienen centros de unión (centro activo) asimétricos son, por lo tanto, capaces de discriminar entre las formas D y L de los aminoácidos (Abeles *et al*, 1992; Castañón, 1984; Champe y Harvey, 1994).

De esta manera, los isómeros L de los aminoácidos se absorben a una mayor velocidad que los isómeros D, ya que dicha absorción se lleva a cabo por medio de transporte activo, y los isómeros D por medio de difusión pasiva (Castañón, 1984).

Los aminoácidos con cadena lateral no polar se absorben más rápido, mientras que los aminoácidos con grupo R polar lo hacen de manera más lenta. Encontrándose dentro de los de intermedia absorción el aminoácido Treonina (Castañón, 1984).

La existencia de ciertos compuestos o bien la presencia de inhibidores de las proteasas en el alimento pueden alterar la disponibilidad de los aminoácidos (Maynard, 1989).

El proceso que sufren las materias primas en la elaboración de alimento balanceado puede afectar positiva o negativamente la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos que la constituyen. El mayor efecto es la desnaturalización, resultado del desdoblamiento y desorganización de la estructura de la proteína, que no esta acompañada por hidrólisis de enlaces peptídicos. Dentro de los agentes desnaturalizadores de la proteína se incluyen el calor, solventes orgánicos, mezcla mecánica, ácidos o bases fuertes, detergentes, y iones de metales pesados tales como plomo y mercurio. Eventualmente la desnaturalización puede, ser reversible, en donde la proteína regresa a su estructura natural original cuando el agente desnaturalizador es removido. Sin embargo la mayoría de las proteínas, una vez desnaturalizadas, quedan permanentemente trastornadas (Champe y Harvey, 1994; Castañón, 1984).

## **2.2.PROTEINA IDEAL**

El concepto de proteína ideal se puede definir como el requerimiento de todos los aminoácidos esenciales o por el total de nitrógeno (o proteína) para un animal; es decir que la proteína ideal representa el balance necesario para que todos los aminoácidos esenciales y el nitrógeno total sean distribuidos y asimilados dentro del organismo animal (Mann, 1996).

La mayor ventaja de utilizar el perfil de proteína ideal, además de asegurar el uso económico de la proteína dietética, es que puede ser fácilmente adaptable a una multitud de situaciones, dado que las relaciones ideales se mantienen relativamente estables, independientemente de los cambios en el plano nutricional de aminoácidos (Proteina Ideal, 1996).

Por más de 30 años se han llevado a cabo trabajos en la Universidad de Illinois sobre las relaciones de los aminoácidos para pollos de engorde, los cuales han proporcionado una buena base para tomar el perfil ideal (a Lisina) de aminoácidos esenciales (Baker y Han, 1994).

En 1964 Mitchell, citado por Baker (1994) concluyó, que para encontrar los requerimientos exactos para crecimiento y mantenimiento de los animales, debe existir una perfecta mezcla de la proteína o combinación de aminoácidos.

La primera relación ideal de proteína, donde todos los aminoácidos se presentaron en sus mínimos requerimientos para el mantenimiento y producción de proteína tisular en pollos jóvenes, fue dada en 1965 por Dean y Scott (Baker, 1994).

Posteriormente, se desarrollaron dietas de aminoácidos en otras especies, pero que no contenían los niveles mínimos para todos los aminoácidos. Fue hasta en 1981 cuando el Consejo de Investigaciones de Agricultura (ARC) de Gran Bretaña, introdujo la proteína ideal para cerdos, después de llevar a cabo formulaciones de dietas a nivel práctico. Dicho perfil ARC, dependía fuertemente del perfil de aminoácidos de todo el cuerpo, y debido a los diferentes cambios en las proporciones para los distintos aminoácidos, trajo como consecuencia una sobre estimación del nivel ideal de Lisina y una sub estimación para los niveles de aminoácidos azufrados, Treonina y Triptófano. Posteriormente los trabajos realizados por Batterham *et al* en 1990 y Chung y Baker en 1992 mostraron claramente, en cerdos en crecimiento, que la eficiencia en el mantenimiento de la utilización y asimilación de Lisina (alrededor de 90%) fue considerablemente mayor que para Metionina (72%) (Baker, 1994).

Por lo tanto, se elige Lisina como el aminoácido de referencia, a pesar de que es el segundo aminoácido limitante después de los aminoácidos azufrados, en aves. Siendo las razones para esta selección:

- 1) El análisis de Lisina es más fácil de realizar que el de Metionina y especialmente que el de Cistina.
- 2) Lisina es utilizada exclusivamente para la producción de proteína tisular y por lo tanto no se necesita en rutas metabólicas diferentes, como mantenimiento y emplume.
- 3) Existe buena información acerca de los requerimientos de Lisina en aves bajo gran variedad de dietas, ambientes y condiciones de la composición del cuerpo (Proteína Ideal, 1996; Baker y Han, 1994).

### **3.METABOLISMO E INTERACCIONES DE LOS AMINOACIDOS**

Cuando la proteína en la ración alimenticia se encuentra en perfecto balance, la velocidad de síntesis de tejido y la eficiencia en la utilización de la dieta son las óptimas, sin embargo si existiera una ligera deficiencia de un aminoácido, el animal trataría de compensarla consumiendo más alimento, dado el caso la velocidad de crecimiento podría mantenerse al máximo pero la eficiencia de utilización en la ración no. Se han asociado mayores rendimientos en la engorda de pollos con un adecuado nivel proteico y sobretodo si la proteína posee un balance adecuado de aminoácidos (Castañón, 1984).

#### **3.1.TREONINA**

Se considera al aminoácido Treonina esencial en la nutrición de las aves, siendo un aminoácido alifático monoamino-monocarboxílico (neutro) (Maynard, 1989).

##### **3.1.1.ANABOLISMO**

Su esqueleto tetracarbonado procede de la homoserina, la cual se deriva del ácido aspártico. Una vez formada la homoserina se fosforila mediante ATP, en fosfato de homoserina, la cual se convierte en treonina por la treonina sintasa, enzima dependiente de piridoxal (Castañón, 1984).

##### **3.1.2.CATABOLISMO**

Puede seguir dos rutas:

- ⇒ La Treonina se divide en dos compuestos dicarbonados: 1.- Acetaldehído y 2.- Glicina. Por medio de catálisis de la enzima serín-hidroximetil transferasa, el acetaldehído se convierte en Acetil-CoA y la Glicina genera CO<sub>2</sub>, amoníaco y grupos metileno captados por el ácido fólico (Castañón, 1984).
- ⇒ La Treonina se convierte en ácido alfa-oxobutírico por medio de la Treonina deshidratasa. Este ácido mediante una descarboxilación oxidativa, se convierte en propionil CoA, precursor de succinil-CoA. De esta forma, la Treonina es un aminoácido glucogénico y cetogénico, siendo esta ruta menos importante (Castañón, 1984).

### 3.1.3. ESTEREOISOMERIA

La Treonina posee dos átomos de Carbono asimétricos, presentando cuatro isómeros. La forma aislada de los hidrolizados de proteína es la L-Treonina; siendo considerada como un aminoácido de intermedia velocidad de absorción (Castañón, 1984).

### 3.2. TREONINA CRISTALINA

A inicios del siglo XIX, se inició el aislamiento de los aminoácidos y posteriormente para el año 1902 la mitad de los 22 aminoácidos habían sido encontrados. Treonina fue el último aminoácido en ser descubierto y caracterizado, siendo en el año de 1935 por W.C. Rose de la Universidad de Illinois, quien publicó su trabajo sobre la identificación de Treonina. Con Treonina disponible, el trabajo comienza sobre dietas totalmente purificadas conteniendo aminoácidos como la única fuente del nitrógeno de la dieta (Baker, 1985).

El uso de aminoácidos cristalinos trae muchas ventajas para hacer más eficiente la producción avícola, desde el punto de vista nutricional, económico y también ambiental. Mucha información que se está generando sobre esta materia, ha hecho que más compañías estén progresando hacia formulaciones basadas en digestibilidad de aminoácidos que en valores totales (Fullarton y Cullin, 1989).

El costo de la proteína de la dieta puede reducirse a través del uso de aminoácidos cristalinos, siendo además estos altamente digestibles (100%) a diferencia de los aminoácidos provenientes de materias primas donde la calidad de la información de su contenido y digestibilidad es un factor crítico, ya que tienen una variación inherente debido a su versatilidad biológica (Fullarton y Cullin, 1989).

La velocidad de absorción de los aminoácidos sintéticos es mayor que la de los aminoácidos de las proteínas intactas, debido a que los últimos necesitan pasar horas de digestión y los sintéticos pasan rápidamente al intestino delgado (Amino Acidos, 1985).

A través del uso juicioso de aminoácidos cristalinos, los niveles de aminoácidos esenciales pueden mantener el desarrollo del potencial genético de los animales; lo cual reduce el exceso de proteína en la dieta que podría afectar adversamente el posterior rendimiento (Fullarton y Cullin, 1989).

Con la reducción del nivel de proteína cruda, se beneficia la disminución de la polución, ya que los aminoácidos cristalinos al ser utilizados para mantener los niveles esenciales de aminoácidos en el alimento permiten que el contenido de proteína cruda de la dieta disminuya, reduciendo la excreción de nitrógeno y por lo tanto la contaminación ambiental. Fullarton y Cullin (1989) encontraron, en cerdos, que al reducir un 2% del contenido de proteína cruda en el alimento, implicaba una disminución del nitrógeno excretado en un 25%.

### 3.3.REQUERIMIENTOS

Los requerimientos nutricionales varían según la edad y actividad del ave: Inicio, Crecimiento, Prepostura, Postura y Muda (NRC, 1994).

La proteína necesaria para el crecimiento de las pollas se asume en el balance ideal del perfil de aminoácidos; consecuentemente el peso del ave madura tiene gran influencia, sobre el subsiguiente rendimiento reproductivo. Se describe a continuación, en la tabla 1, el requerimiento de Treonina para pollas de iniciación y crecimiento (NRC, 1994).

**TABLA 1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE AVES JOVENES TIPO LEGHORN COMO PORCENTAJE POR UNIDAD DE KILOGRAMO DE LA DIETA.**

EDAD (semanas)	% TREONINA	
	PONEDORA BLANCA	PONEDORA ROJA
0 - 6	0.68	0.64
6 - 12	0.57	0.53
12 - 18	0.37	0.35
18 - Inicio Postura	0.47	0.44

NRC, 1994

Como se observa, los requerimientos diarios de Treonina de las pollas, así como otros nutrientes, 10 a 12 días antes de la puesta del primer huevo, son generalmente considerados mayores que durante el periodo que le precede de 4 a 6 semanas (12-18 semanas de edad).



Los requerimientos de Treonina presentados en la tabla 2, asumen que la cantidad del nutriente necesario cada día permanece igual durante todo el tiempo de producción. Sin embargo, algunos programas de alimentación están basados en la suposición que la cantidad de nutrientes necesaria cada día es diferente en las distintas etapas del ciclo de producción; estos programas son llamados fases de alimentación (NRC, 1994).

**TABLA 2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE GALLINAS TIPO LEGHORN EN PORCENTAJE POR UNIDAD DE KILOGRAMO DE LA DIETA (90% DE MATERIA SECA).**

AVES	% TREONINA
PONEDORAS BLANCAS	0.47
PONEDORAS ROJAS	0.44

NRC, 1994

En la literatura se reportan datos de requerimientos de 390-510 mg/ave/día de Treonina; una causa del amplio rango en estos valores es la forma o método en que se determinó el requerimiento (Huyghebaert; Butler, 1991).

En un experimento realizado por Huyghebaert y Butler (1991) para determinar el requerimiento óptimo de Treonina en ponedoras, describieron la influencia del consumo de Treonina (mg/ave/día) sobre la producción de huevo (g masa huevo/ave/día) a partir del Modelo de Predicción de Crecimiento (Reading Model), esta evaluación estadística permitió estimar separadamente los requerimientos para mantenimiento (como una función del peso corporal) y para la producción de huevo (ver tabla 3). Para un lote joven de ponedoras con un peso promedio de 1.7 kg y un rendimiento de masa de huevo de 52.6 g/día, se obtuvo como requerimiento de Treonina 710 mg/ave/día, estimado bajo las condiciones económicas de dicho estudio. Los autores concluyeron que el óptimo económico del consumo de Treonina se encontraba en un rango de 650-750 mg/ave/día para ponedoras jóvenes con alta producción de huevos. Este rango está lejos del rango superior del requerimiento de datos previos del ARC (1965) o del NRC (1984). Según, la opinión de los autores, los resultados de este experimento indican, que el requerimiento de Treonina de 440 mg/gallina/día recomendado por el NRC (1984) para ponedoras jóvenes con producciones altas, no es el adecuado.

**TABLA 3. ESTIMACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE TREONINA DE ACUERDO AL MODELO DE PREDICCIÓN DE CRECIMIENTO (READING MODEL).**

Máxima producción de huevo	Requerimiento en el Desempeño	Requerimiento de Mantenimiento
52.6 g/ave/día	8.7 mg Treonina/g huevo	43.4 mg Treonina/kg PC*

\* PC: Peso Corporal.

### 3.4. PESO DEL HUEVO

Según NRC (1994) el peso del huevo esta correlacionado con el peso corporal. Así como también, dentro de grupos, las aves más pesadas ponen huevos más pesados.

En un estudio para determinar el requerimiento óptimo de Treonina en ponedoras se encontró que la influencia de la suplementación de Treonina en el desempeño o rendimiento en las aves marcó diferencia con respecto a la producción y peso del huevo; comparando el máximo valor en la suplementación contra el mínimo valor, existió una gran diferencia entre los valores de estas variables (Huyghebaert y Butler, 1991).

El análisis del huevo íntegro, incluyendo la cáscara, determinó que el contenido de Treonina es de 5.7 g/kg. De este modo, la eficiencia de conversión de la dieta de Treonina dentro de la Proteína de la masa de huevo fue de 66% (5.7/8.7) (Huyghebaert y Butler, 1991).

### 3.5. FUENTES NATURALES

Según Castañón (1984) el requerimiento de Treonina es menor o igual a 3.26 % de la proteína en la dieta, siendo un alimento pobre el Sorgo (Ver tabla 4); si dicha materia prima es utilizada como fuente energética en el alimento implica que, Treonina se encuentre limitada después de Metionina y Lisina (Castañón, 1984). A continuación en las tablas 4 y 5 se muestran algunos alimentos con su respectivo contenido de Treonina:

**TABLA 4. ALIMENTOS CON SU RESPECTIVO CONTENIDO DE TREONINA.**

ALIMENTO	M.S.* %	Prot.** %	Treo ** %	g/mcal	% Treo de la Proteína
Salvado de Arroz	91	12.9	0.48	2.94	3.72
Avena (grano)	89	11.4	0.43	1.68	3.77
Harina de carne y hueso	93	50.4	1.50	7.65	2.97
Maiz (grano)	89	8.8	0.39	1.13	4.43
Gluten de Maiz	91	41.0	1.40	4.76	3.41
Sorgo (grano)	89	8.9	0.27	0.80	3.03
Soya integral (calor)	90	37.0	1.50	4.54	4.05
Salvado de Trigo	90	15.7	0.42	3.23	2.67

\* Materia Seca

\*\* Del alimento

Modificado del National Research Council, Nutrient Requirement of Poultry, Whashington, D.C., 1977

(Castañón, 1984)

**TABLA 5. ALIMENTOS ALTOS EN TREONINA**  
g Treonina/16 g N

INGREDIENTE	Treonina	INGREDIENTE	Treonina
SUERO DE LECHE DESNATADO	5.94	HARINA SUB-PRODUCTOS DE AVES	4.47
PROTEÍNA DE PAPA	5.83	HARINA DE PESCADO ARENQUE, USA	4.43
LEVADURA DE CERVEZA	4.77	HARINA DE EXTRACCION DE CANOLA	4.42
HARINA DE PLUMAS	4.71	LECHE DESNATADA EN POLVO	4.41
CASEÍNA	4.49	HARINA DE SANGRE	4.34
SEMILLAS DE COLZA	4.48	HARINA DE PESCADO SARDINA, USA	4.30
HARINA DE PESCADO	4.19		

Degussa, 1995

### 3.6.EFECTO DE IMBALANCES

Twing *et al.*, citados por (Castañón, 1984) encontraron que una deficiencia del 25% del requerimiento en dietas para pollos de 0-28 días, conducía a una disminución en el crecimiento del 23% del obtenido con la dieta adecuada.

### 3.7.TOXICIDAD

El efecto tóxico del exceso de Treonina en el alimento, se considera poco o nulo, esto sugiere que el organismo la metaboliza con facilidad al igual que a sus compuestos derivados. Por lo tanto no se considera un aminoácido de alta toxicidad al igual que la Histidina, Triptofano y Metionina (Castañón, 1984).

## **V. MATERIALES Y METODOS**

### **1. LOCALIZACION**

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja avícola "California", localizada a 16 kms. de la ciudad de Guatemala, en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, la cual se encuentra a una altitud de 1,325 m.s.n.m. y presenta las siguientes condiciones climatológicas: temperatura media anual de 20°C, precipitación pluvial media anual de 1,250 mm., humedad relativa 80%. Según De la Cruz (1982) corresponde a la zona de vida bosque húmedo subtropical (templado).

### **2. MANEJO DEL ESTUDIO**

Se seleccionaron 1,024 gallinas Leghorn blancas de 33 semanas de edad, procedentes de un solo lote de producción. Se realizó una distribución al azar de los tratamientos. El estudio tuvo una duración de 63 días, con un período de 14 días de adaptación.

Se pesaron las aves al principio y al final de la fase experimental. Se anotaron diariamente los datos de producción de huevo, cantidad de alimento y mortalidad. Semanalmente se midió el peso del ave y del huevo. Además se verificaron otros parámetros relacionados a la calidad del huevo como número de huevos quebrados y masa de huevo.

### **3. TRATAMIENTOS EVALUADOS**

Se evaluaron siete tratamientos más un control, donde se les proporcionó un alimento balanceado, elaborado en la misma granja, a base de Soya y Sorgo con la siguiente composición nutritiva:

**Tabla 1. Contenido nutritivo del alimento ofrecido al lote experimental.**

Proteína	%	16.0
Energía Metabolizable	kcal/kg	2,800
Lisina	%	0.8013
Metionina	%	0.4046
Metionina+Cistina	%	0.6400
Treonina	%	0.6200
Isoleusina	%	0.6820
Calcio	%	3.8

Posteriormente a cada tratamiento se le adicionó la cantidad correspondiente de L-Treonina cristalina, como se describen a continuación:

**Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el presente trabajo.**

TRATAMIENTO	% ADICIONAL DE L-TREONINA	% DE TREONINA EN LA DIETA	GRAMOS DE TREONINA/KG. DE ALIMENTO
CONTROL	0	0.620	6.20
A	+ 5	0.651	6.51
B	+ 10	0.682	6.82
C	+ 15	0.713	7.13
D	+ 20	0.744	7.44
E	+ 25	0.775	7.75
F	+ 30	0.806	8.06
G	+ 35	0.837	8.37

#### **4. DISEÑO DEL EXPERIMENTO**

El diseño experimental fue completamente al azar. Con ocho tratamientos y ocho repeticiones por tratamiento. Las aves se ubicaron en jaulas; siendo la unidad experimental de 4 jaulas de 4 aves cada una.

## **5. VARIABLES EVALUADAS**

1. Porcentaje de postura (%)
2. Peso del huevo (g.)
3. Masa del huevo (g./ave/día)
4. Consumo de alimento (g./ave/día)
5. Conversión alimenticia (g alimento/g masa de huevo)
6. Mortalidad (%)
7. Huevos rotos (%)
8. Peso del ave (kg)

## **6. ANALISIS ESTADISTICO**

Para las variables anteriormente descritas se realizó un análisis de varianza, en base al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$ : Es la variable respuesta

M: Media general

$T_i$ : Efecto del i-ésimo nivel de Treonina

$E_{ij}$ : Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

i: 1,2,3,...,i tratamientos

j: 1,2,3,...,j repeticiones

En las variables donde existió diferencia estadística se procedió a hacer una prueba de comparación de medias con el método de Student Neuman Keuls.

## **7. ANALISIS ECONOMICO**

Adicionalmente se realizó un análisis económico de los tratamientos por medio de la Tasa de Retorno Marginal.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

La producción total de huevo presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, como se observa en el cuadro 1, donde el tratamiento D (7.44 g Tre Total/kg de dieta) presentó la mayor producción de huevo (91.72%), siendo superior al grupo control (6.2 g Tre/kg de dieta) y al tratamiento A (6.51 g Tre Total/kg de dieta), con un porcentaje de postura de 90.10 y 90.00 respectivamente.

Este resultado supera al dato obtenido por Zaviezo (1997) que recomienda de 5.8 a 6.2 g Tre Total como requerimiento para ponedoras y al 6.3 g sugerido por Comercial Poultry Nutrition (Leeson y Summers, 1997); además también supera al requerimiento presentado por NRC (1994) de 4.7 g.

Sin embargo no se encontró diferencia entre el tratamiento D (7.44) y los tratamientos E (7.75 g Tre Total/kg de dieta), F (8.06 g Tre Total/kg de dieta), C (7.13 g de Tre Total/kg de dieta), G (8.37 g Tre Total/kg de dieta) y B (6.82 g Tre Total/kg de dieta) con 90.94, 90.76, 90.58, 90.42 y 90.36 % respectivamente, los cuales a la vez son iguales al tratamiento A y al grupo control.

En lo que respecta a peso de huevo (ver cuadro 1) existió diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos y el grupo testigo, encontrándose a los tratamientos D (62.25g) y E (62.14g) superiores a los demás tratamientos, encontrándose al tratamiento E igual a los tratamientos C (61.80g) y F (61.78g), seguidos por los tratamientos G (61.53g) y B (61.46g) y por último el tratamiento A (61.15g) y el grupo control (61.13g) iguales entre ellos con el menor peso de huevo.

Todos estos resultados son superiores a los reportados por Huyghebaert y Butler (1991), quienes determinaron el valor de 5.1 g Tre Total/kg como el tratamiento con el mayor peso de huevo (60.5 g).

En cuanto a masa de huevo también se encontró diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) donde los tratamientos D (57.09g) y E (56.51g) fueron superiores, sin embargo los resultados de este último son iguales a los tratamientos F (56.07g) y C (55.98g), seguidos por los tratamientos G (55.64g), B (55.53g), el grupo testigo (55.08g) y por último el tratamiento A (55.03g), como se observa en el cuadro 1 del anexo.

Los resultados de consumo de alimento no expresaron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre tratamientos y grupo control (ver anexo cuadro 1).

Para Huyghebaert y Butler (1991) el consumo de alimento fue significativamente reducido cuando el nivel de Treonina Total fue menor a 4.5 g/kg.

No se observaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en la variable conversión alimenticia (g consumo de alimento/ g masa de huevo), como muestra el cuadro 1, sin embargo conserva la misma tendencia de las anteriores variables donde el tratamiento D (1.931) es seguido por los tratamientos E (1.951), F (1.966), C (1.970), G (1.982), B (1.985), el grupo control (2.002) y A (2.003) respectivamente. Huyghebaert y Butler (1991) difieren con este resultado ya que encontraron a 5.1 g Tre Total/kg como el nivel más favorable en cuanto a conversión alimenticia (2.38 g de alimento/g masa de huevo).

El peso del ave no expresó diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre tratamientos y el grupo testigo, habiéndose determinado, el promedio del lote experimental, un peso inicial de 1.57 kg y un final de 1.71 kg.

En estudios realizados para determinar el nivel de Treonina, utilizando niveles bajos de proteína, se encontró mejoría en el peso y conversión alimenticia en pavos y pollos. (Waibel *et al*, 1996; Kidd y Kerr, 1996; Firman y Boling, 1996). Rangel-Lugo *et al* (1994) realizaron un estudio con pollos, donde el requerimiento de Treonina se incrementó por el exceso del nivel de aminoácidos en la dieta, expresando una reducción en el rendimiento sobre el consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso debido a los bajos niveles de Treonina al incrementar las dietas a 25 % de Proteína Cruda.

En cuanto a las variables cantidad de huevo rotos (promedio de 0.19 huevos rotos/semana) y mortalidad (media general 1.57%), no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $p>0.05$ ); y no existe información en la literatura al respecto.

En la figura 3 del anexo para las variables Producción, Peso de Huevo y Masa de Huevo, puede observarse en la curva de los tratamientos una tendencia cuadrática ( $r = 0.7646$ ,  $r = 0.8984$ ,  $r = 0.8481$  respectivamente) en la que, a medida que el nivel de Treonina aumenta, las variables incrementan su valor hasta llegar a un punto (tratamiento D (7.44)) en el cual, los tratamientos con mayor inclusión de Treonina disminuyen los



valores de las variables mencionadas. Esta tendencia no coincide con lo encontrado por Huyghebaert y Butler (1991), donde la curva de producción fue directamente proporcional al consumo de Treonina, sin embargo el máximo nivel utilizado por ellos fue de 5.4 g Tre/kg.

Este efecto negativo puede deberse a que al aumentar el nivel de L-Treonina, probablemente existió una respuesta adversa o a un tipo de interacción en la dieta. Austic (1986) categoriza las interacciones nutricionales en: nutriente-nutriente, nutriente-medio ambiente y nutriente-interacciones de medicamentos, siendo algunos de los grandes problemas en la nutrición avícola. Harper (1956) citado por Austic (1986) divide las interacciones entre aminoácidos como imbalances y antagonismos. De acuerdo a sus definiciones, un imbalance ocurre cuando una dieta que se encuentra limitada en dos aminoácidos, es suplementada con todos los aminoácidos esenciales o incluso con el segundo aminoácido limitante, excepto con el primero. El antagonismo lo define como interacciones específicas en la cual los requerimientos de un aminoácido esencial, no necesariamente el primero, aumentan por la adición de una estructura relativa a un aminoácido en la dieta. El concepto de imbalance de aminoácidos se desarrolló a finales de los años '40 y principios de los '50 y fue una base primaria sobre observaciones, el efecto de la disminución del crecimiento de la mezcla de uno o mas aminoácidos como Triptófano en una dieta libre de Niacina (Rogers, 1976).

Con respecto al detalle del análisis marginal que se muestra en los cuadros 4 y 5 del anexo. La Tasa Marginal de Retorno (TMR) entre los tratamientos B (6.82) y D (7.44), fue mayor en comparación con el tratamiento testigo (6.2), obteniéndose los mismos beneficios netos que el control más 0.31 y 1.10 Quetzales por cada Quetzal extra invertido en los niveles adicionales de L-Treonina, indicados en los tratamientos B (6.82) y D (7.44) respectivamente. En consecuencia el tratamiento D (7.44) es el más eficiente desde el punto de vista económico, con un consumo de Treonina de 7.44 g de Tre Total/kg de dieta.

## VII. CONCLUSIONES

1. Existe diferencia significativa en respuesta a la adición de L-Treonina en términos de producción ( $p < 0.05$ ), peso y masa de huevo ( $p < 0.01$ ).
2. La adición de diferentes niveles de L-Treonina cristalina en la dieta de gallinas ponedoras Leghorn blancas de 33 a 41 semanas de edad no tuvo efecto en las variables conversión alimenticia, consumo de alimento, peso del ave, huevo roto y mortalidad.
3. Se encontró que el nivel en el cual la variable producción de huevo tuvo el mayor resultado, fue de 7.44 g de Treonina Total/kg de dieta, y para las variables peso y masa de huevo el rango estuvo comprendido entre 7.44 y 7.75 g de Treonina Total/kg de alimento.
4. Al adicionar un nivel de L-Treonina superior a 7.75 g de Tre Total/kg de dieta se observó una tendencia negativa en cuanto a las variables de producción, peso, masa de huevo y conversión alimenticia.
5. La adición de los niveles de 6.82 y 7.44 gramos de Treonina Total/kilogramo de alimento, en la dieta mejoró los beneficios netos obtenidos, sin embargo la adición en un nivel de 7.44 gramos fue la más eficiente desde el punto de vista económico.

### **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Dentro del rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn se recomienda un nivel de L-Treonina 7.44 g de Tre Total/kg de dieta.
2. Evaluar el efecto de L-Treonina en pollas de levante y en todo el ciclo de postura de gallinas ponedoras, para obtener un mayor margen de comparación.

## IX. RESUMEN

El presente estudio se llevo a cabo en una granja avícola ubicada en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala. Se utilizaron 1024 gallinas Leghorn blancas de 33 semanas de edad, procedentes de un sólo lote de producción, las cuales fueron distribuidas en siete tratamientos más un control con ocho repeticiones cada uno, siendo la unidad experimental de 16 aves. El estudio tuvo una duración de 9 semanas incluyendo 2 semanas de adaptación.

El propósito del experimento fue determinar el efecto de la suplementación del aminoácido L-Treonina en la dieta de gallinas de postura, en términos de producción, peso y masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso del ave, huevos rotos y mortalidad. Los niveles evaluados en las dietas experimentales fueron de 6.20, 6.51, 6.82, 7.13, 7.44, 7.75, 8.16 y 8.37 gramos de Treonina Total/kilogramo de alimento, correspondiendo el nivel de 6.20 al grupo control (sin adición de L-Treonina cristalina).

Los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa en respuesta a la adición de L-Treonina para las variables producción ( $p < 0.05$ ), peso y masa de huevo ( $p < 0.01$ ). Encontrándose el nivel de 7.44 g de Treonina con el mayor efecto en la producción de huevo; y en cuanto al peso y masa de huevo el rango con el mejor resultado estuvo comprendido entre 7.44 y 7.75 g Tre Total/kg de dieta.

En cuanto a las variables conversión alimenticia, consumo de alimento, peso del ave, huevo roto y mortalidad no hubo diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos y el grupo control.

Se observo que al adicionar un nivel de L-Treonina superior a 7.75 g Tre Total/kg de dieta se presento un efecto descendente para las variables de producción, peso, masa de huevo y conversión alimenticia.

El análisis económico determinó que la adición de los niveles de 6.82 y 7.44 g Tre Total/kg de alimento, mejoró los beneficios netos, y este último resultó ser el más eficiente desde el punto de vista económico.

## X. SUMMARY

This study was done in poultry farm located in Villa Nueva municipality, department from Guatemala. It was used 1024 white Leghorn hens with 33 weeks old, proceeding from only one production lot. Which were distributed on seven treatments and a control with eight repetitions each one, having an experimental unity of sixteen birds. The study had a duration of 9 weeks including two adaptation weeks.

The proposal of this experiment was to determinate the effect that amino acid L-Threonine supplementation has in laying hens diet, about production, weight and egg mass, feed intake, feed conversion, hen weight, broken eggs and mortality. Levels evaluated in experimental diets was: 6.20, 6.51, 6.82, 7.13, 7.44, 7.75, 8.16 and 8.37 gram of Threonine Total/kilogram feed; corresponding to level 6.20 to control group (without crystalline L-Threonine addition).

The results had shown a big difference, as result to the addition of L-Threonine for egg production ( $p < 0.05$ ), weight and egg mass ( $p < 0.01$ ). It was found level 7.44 g of Threonine as best effect in egg production; range 7.44 and 7.75 gram for weight and egg mass.

Concerning to feed conversion, feed intake, hen weight, broken eggs and mortality it wasn't found a big difference ( $p > 0.05$ ) between treatments and control group.

It was observed that if it's additioned a L-Threonine level bigger than 7.75 g Tre Total/kg of diet, it was present a negative effect to egg production, weight, egg mass and feed conversion.

The economic analysis showed that the addition of levels 6.82 and 7.44 g Tre Total/kg feed improve the net benefit, and the last one result has been the most efficient since economic point of view.

## X. SUMMARY

This study was done in poultry farm located in Villa Nueva municipality, department from Guatemala. It was used 1024 white Leghorn hens with 33 weeks old, proceeding from only one production lot. Which where distributed on seven treatments and a control with eight repetitions each one, having an experimental unity of sixteen birds. The study had a duration of 9 weeks including two adaptation weeks.

The proposal of this experiment was to determinate the effect that amino acid L-Threonine supplementation has in laying hens diet, about production, weight and egg mass, feed intake, feed conversion, hen weight, broken eggs and mortality. Levels evaluated in experimental diets was: 6.20, 6.51, 6.82, 7.13, 7.44, 7.75, 8.16 and 8.37 gram of Threonine Total/kilogram feed; corresponding to level 6.20 to control group (without crystalline L-Threonine addition).

The results had shown a big difference, as result to the addition of L-Threonine for egg production ( $p < 0.05$ ), weight and egg mass ( $p < 0.01$ ). It was found level 7.44 g of Threonine as best effect in egg production; range 7.44 and 7.75 gram for weight and egg mass.

Concerning to feed conversion, feed intake, hen weight, broken eggs and mortality it wasn't found a big difference ( $p > 0.05$ ) between treatments and control group.

It was observed that if it's additioned a L-Threonine level bigger than 7.75 g Tre Total/kg of diet, it was present a negative effect to egg production, weight, egg mass and feed conversion.

The economic analysis showed that the addition of levels 6.82 and 7.44 g Tre Total/kg feed improve the net benefit, and the last one result has been the most efficient since economic point of view.

*XI. ANEXO*

**Cuadro 1. Valor promedio de las variables, comprendidas entre el rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn.**

Variable	Unida	ANDEVA*	TRATAMIENTO (g. de Tre T./kg.)							
			Control	A	B	C	D	E	F	G
			6.20	6.51	6.82	7.13	7.44	7.75	8.06	8.37
Número de Huevos	#	n.s.	5,112	5,136	5,201	5,378	5,413	5,108	5,199	5,293
Producción	%	+	90.10 <b>b</b>	90.00 <b>b</b>	90.36 <b>ab</b>	90.58 <b>ab</b>	91.72 <b>a</b>	90.94 <b>ab</b>	90.76 <b>ab</b>	90.42 <b>ab</b>
Peso del Huevo	g.	++	61.13 <b>d</b>	61.15 <b>d</b>	61.46 <b>cd</b>	61.80 <b>bc</b>	62.25 <b>a</b>	62.14 <b>ab</b>	61.78 <b>bc</b>	61.53 <b>cd</b>
Masa de Huevo	g.	++	55.08 <b>cd</b>	55.03 <b>d</b>	55.53 <b>c</b>	55.98 <b>bc</b>	57.09 <b>a</b>	56.51 <b>ab</b>	56.07 <b>bc</b>	55.64 <b>c</b>
Consumo de Alimento	g.	n.s.	110.24	110.24	110.24	110.23	110.23	110.23	110.24	110.24
Conversión Alimenticia	g:g	n.s.	2.002	2.003	1.985	1.970	1.931	1.951	1.966	1.982
Consumo de Treonina	mg.	++	683.4 <b>f</b>	716.5 <b>e</b>	749.6 <b>d</b>	782.7 <b>cd</b>	815.7 <b>c</b>	859.8 <b>b</b>	892.9 <b>ab</b>	926.0 <b>a</b>

\* n.s.: No hay diferencia Significativa +: diferencia Significativa ( $p < 0.05$ ) ++: diferencia Altamente Significativa ( $p < 0.01$ )  
 Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).



Figura 1. Media de las variables Producción, Peso y Masa de Huevo comprendidas entre el rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn.

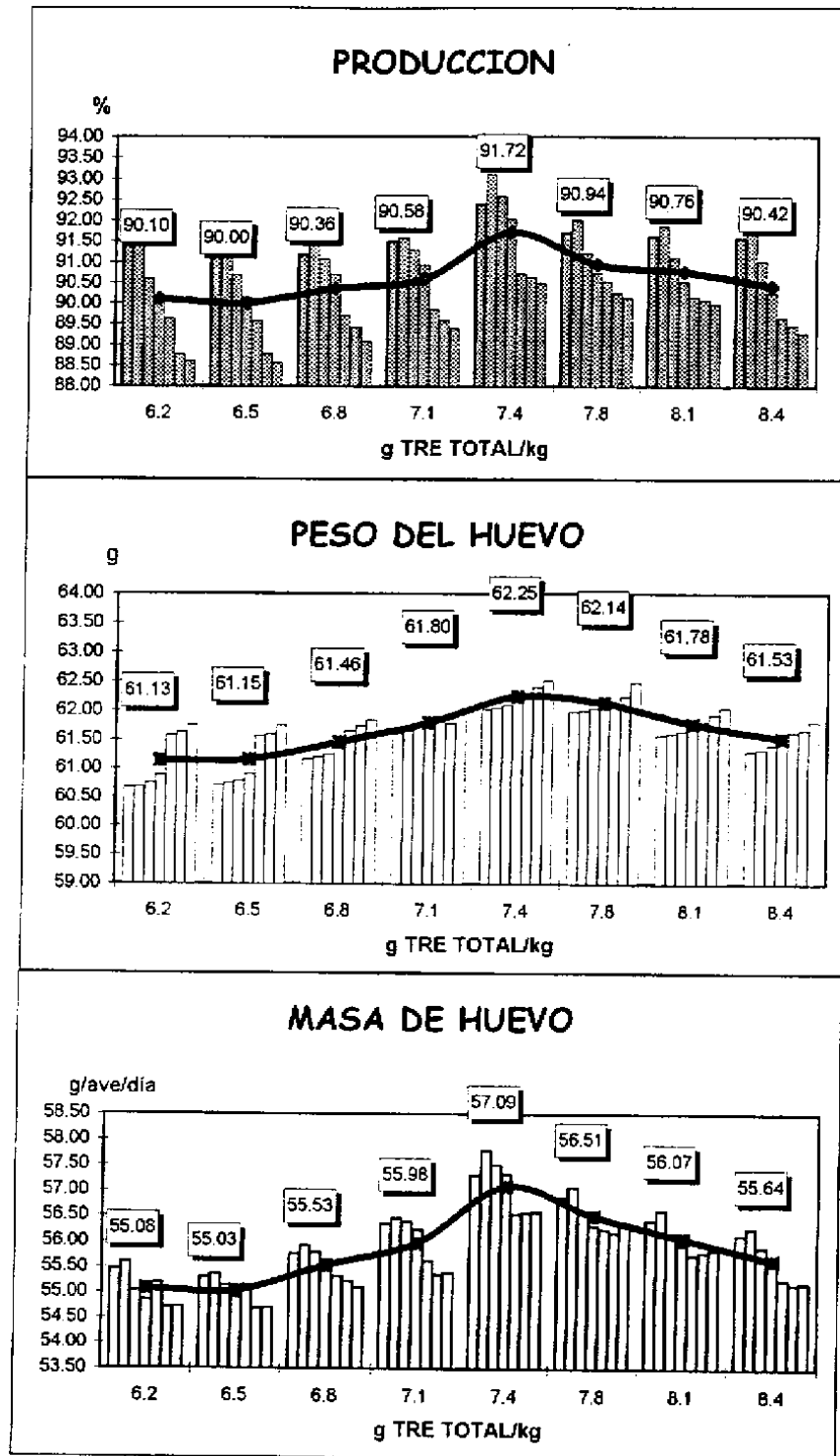


Figura 2. Media de las variables Consumo de alimento, Conversión Alimenticia y Consumo de Treonina comprendidas entre el rango de la semana 33 a la 41 de edad en aves de postura Leghorn.

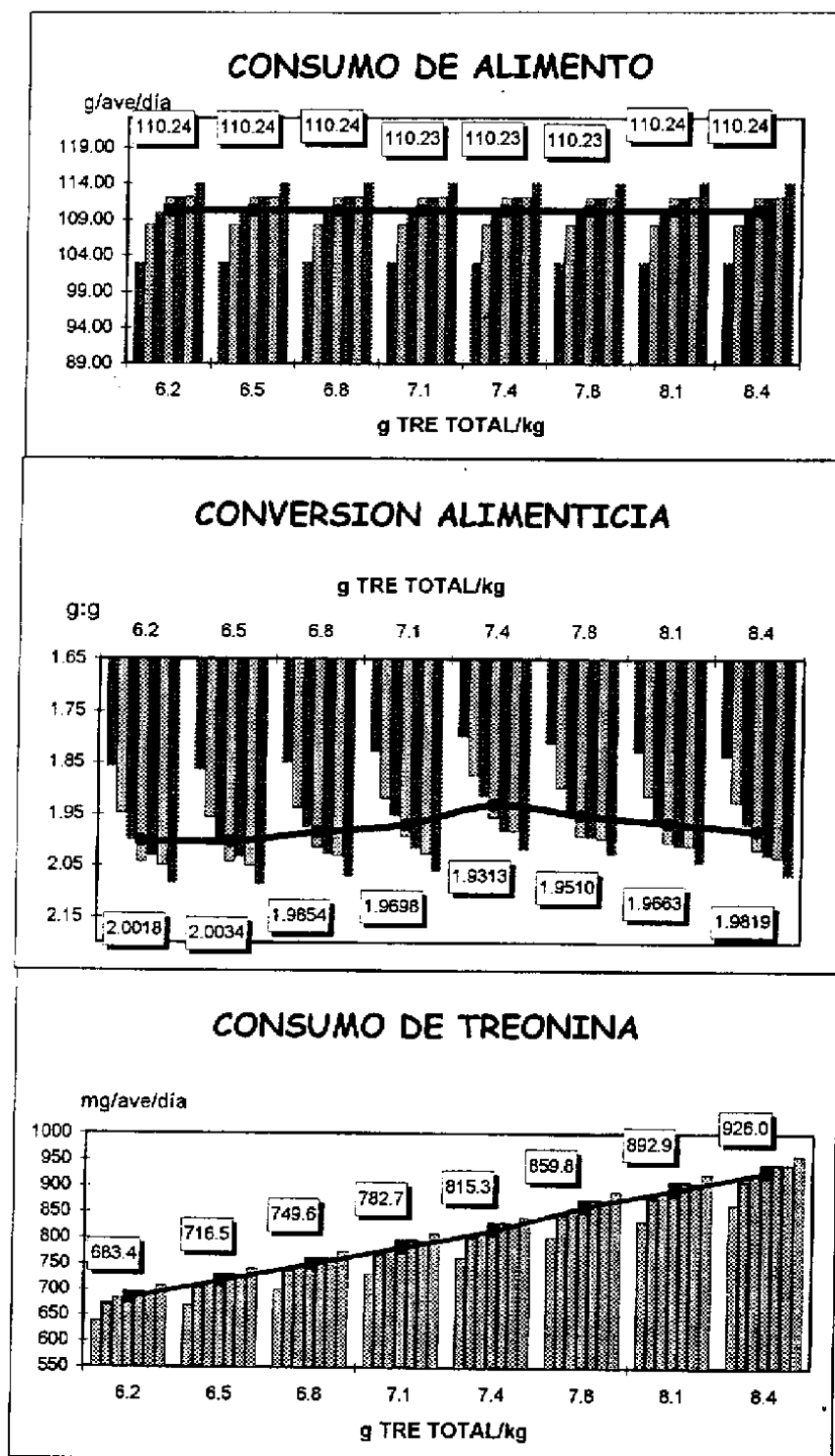
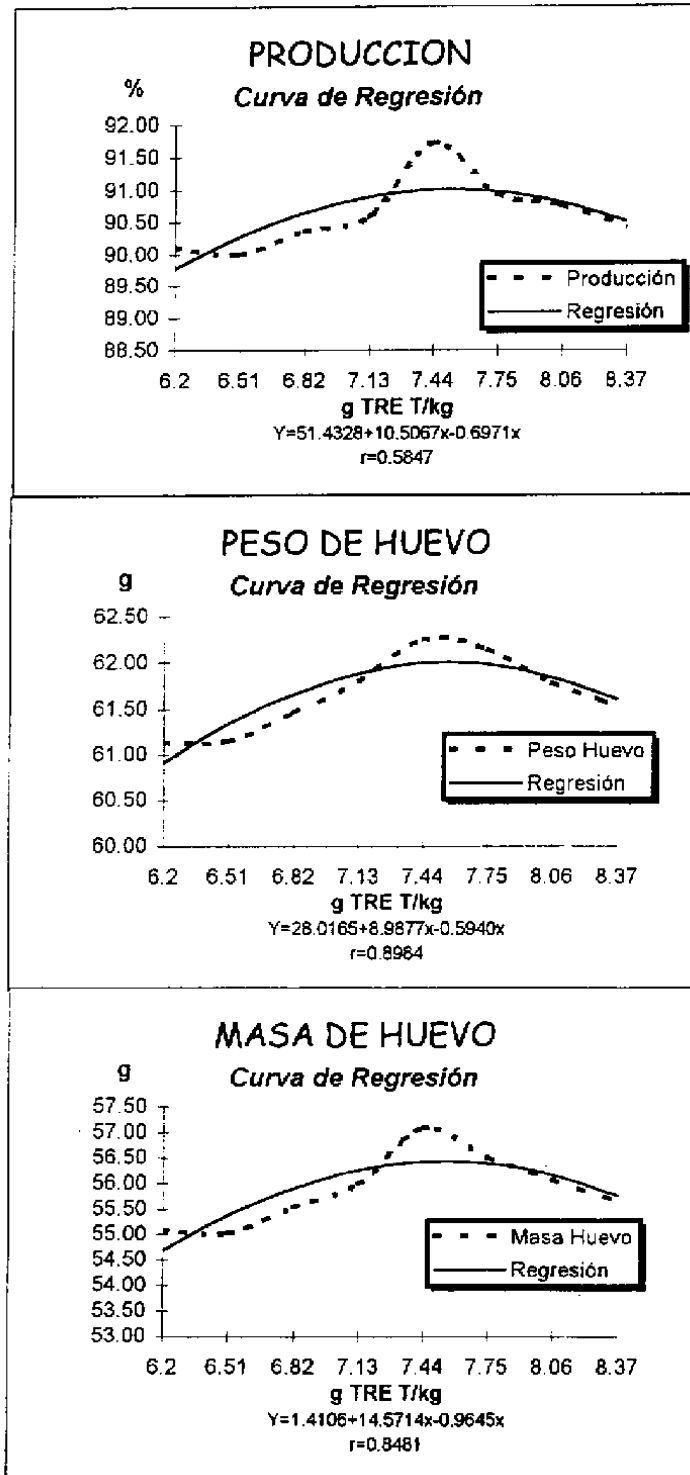


Figura 3. Curva de Regresión de las variables Producción, Peso y Masa de Huevo.



**Cuadro 2. Efecto del nivel de adición de L-Treonina cristalina en dietas para gallinas de Postura Comercial sobre el Beneficio Neto Parcial.**

Tratamientos	Nivel de L-Treonina	Producción de huevos	Consumo alimento	Ingreso Bruto*	Costo alimento	Beneficio Neto Parcial
	g Tre T/kg	Número	kg	Q.	Q.	Q.
D	7.44	5,413	650.09	2556.24	1508.74	1047.50
C	7.13	5,378	653.97	2539.43	1512.43	1027.00
B	6.82	5,200	633.93	2455.64	1460.88	994.76
G	8.37	5,293	644.56	2499.38	1513.68	985.69
Control	6.20	5,111	624.39	2413.45	1428.61	984.84
A	6.51	5,136	628.50	2424.99	1443.18	981.80
F	8.06	5,199	630.55	2454.74	1475.59	979.15
E	7.75	5,107	618.23	2411.49	1441.67	969.81

\*Producción precio promedio de tamaño de huevo/caja 1997.

**Cuadro 3. Detalle del Análisis Económico de los diferentes niveles de L-Treonina en dietas para gallinas de Postura Comercial.**

Tratamientos	Nivel de L-Treonina	Costo Total Suplemento	Costo Alim. qq.(Conc.)	Costo Producción/caja*	Precio Venta por caja**	Diferencia /Ganancia	Cajas producidas	Beneficio Neto Parcial
	g Tre T/kg	Q.	Q.	Q.	Q.	Q.	#	Q.
Control	6.20	0.00	1428.61	100.62	170.00	69.38	14.20	984.95
A	6.51	5.18	1438.00	101.17	170.00	68.83	14.27	981.92
B	6.82	10.45	1450.43	101.13	170.00	68.87	14.45	994.88
C	7.13	16.16	1496.27	101.24	170.00	68.76	14.94	1027.12
D	7.44	21.35	1487.39	100.33	170.00	69.67	15.04	1047.62
E	7.75	27.16	1414.52	101.63	170.00	68.37	14.19	969.93
F	8.06	32.89	1442.69	102.19	170.00	67.81	14.44	979.27
G	8.37	38.93	1474.76	102.95	170.00	67.05	14.70	985.81

\*Costo directo solamente alimento + suplementación (Caja = 30 docenas)

\*\* Precio promedio por tamaño de huevo 1997.

NOTA: Costo promedio por caja de otras variables (instalaciones, personal, compra de aves, etc.): Q.130.00

**Cuadro 4. Análisis de Dominancia en los tratamientos.**

Tratamiento	Nivel de L-Treonina g Tre T/kg	Costo Variable Q.	Beneficio Neto Parcial Q.
Control	6.20	1428.61	984.84
E	7.75	1441.67	969.81
A	6.91	1443.18	981.80
B	6.82	1460.88	994.76
F	8.06	1475.59	979.15
D	7.44	1508.74	1047.50
C	7.13	1512.43	1027.00
G	8.37	1513.68	985.69

\*Los tratamientos marcados son dominados en el análisis de dominancia.

**Cuadro 5. Resumen del Análisis de Dominancia de los tratamientos.**

Tratamiento	Nivel de L-Treonina g Tre T/kg	Costo Variable Q.	Beneficio Neto Parcial Q.	Costo Variable Marginal Q.	Beneficio Neto Marginal Q.	Tasa Retorno Marginal Q.
Control	6.20	1428.61	984.84	32.27	9.92	30.75
B	6.82	1460.88	994.76	47.86	52.74	110.19
D	7.44	1508.74	1047.50			

## XII. BIBLIOGRAFIA

- ABELES, R. H.; FREY, P.A.; JENCKS, W.P. 1992. Biochemistry. Whashington, Jones and Bartlett Publishers. 884 p.
- AMINO ACIDOS sintéticos durante la restricción alimentaria. 1985. *Avicultura Profesional (Holanda)* 3(1):30-33.
- AUSTIC, R.E. 1986. Biochemical description of nutritional effects. *In* Fisher C.; Boorman K.N. *Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research*. (Londres). p. 59-69. MF: 4555/59932.
- BAKER, D.H. 1985. The future of cristalline amino acids in animal feeds and other markets. *Arkansas Nutrition Conference (Ark.)* p.1-8.
- 1994. Ideal amino acid profile for maximal protein accretion and minimal nitrogen excretion in swine and poultry. *In* *Cornell Nutrition Conference for feed Manufacturers*. (1994, ROCHESTER, N.Y.). 1994. (Proceedings). Ithaca, N.Y. p. 134-139.
- ; HAN Y. 1994. Ideal protein for broiler chicks. *In* *Minnesota Nutrition Conference and Roche Technical Symposium*. (54, 1994, BLOOMINGTON, MINN.). 1994. Bloomington, Minn. Universidad de Minesota. p. 269-272.
- CASTAÑÓN CASTAÑÓN, F. 1984. Estudio recapitulativo de la nutrición nitrogenada en las aves. México, D.F., s.n. 565 p.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. 1994. Biochemistry. 2 ed. Philadelphia, J.B. Lippincott Company. 443 p.
- CONGRESO NACIONAL DE AVICULTURA. (6., 1996, MARACAIBO, VEN.). 1996. [Memorias]. Ed. por C.M. de Portal. Maracaibo, Venezuela, Astro Data. 566 p.
- CRUZ, J. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- FIRMAN, J.D.; BOLING, S.D. 1996. Graded levels of L-threonine affect growth and carcass characteristics of broilers. *In* *Poultry Science Association Annual Meeting*. (85., 1996, LOUSVILLE, KENTUCKY). 1996. Official Journal of the Poultry Science Association. p. 124.
- FULLARTON, J.; CULLIN A.W. 1989. The use of cristalline amino acids in animal nutrition. *The Feed Compounder*. (Gran Bretaña). 9(1): 16-19. MF: 5144.



- HARPER, A.E. 1956. Amino acid imbalances, toxicities and antagonisms. Nutrition Reviews, 14. p. 225-227. *In* Fisher C.; Boorman K.N. Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research. (Londres). p. 65. MF: 4555/59932.
- HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E.A. 1991. Optimum threonine requirement of laying gens. British Poultry Science. 32: 575-582. *In* Literature Digest for the Feedstuffs Industry. 1992. Degussa (Alemania). no. 2:1-4.
- KIDD, M.T.; KERR, B.J. 1996. Graded levels of L-threonine affect growth and carcass characteristics of broilers. *In* Poultry Science Association Annual Meeting. (85., 1996, LOUISVILLE, KENTUCKY). 1996. Official Journal of the Poultry Science Association. (Estados Unidos). p. 124.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. 1997. Commercial poultry nutrition. 2 ed. Ontario, Canada., University Books. p. 144.
- MANN S., H.G. 1996. Formulación de dietas para pollo de engorde con aminoácidos totales y digestibles. *In* Memoria de la Jornada Avícola (7., 1996, HEREDIA, C.R.). 1996. Ed. por J.H. Echeverría C. Heredia, C.R., s.n. 99 p.
- MAYNARD, L.A. *et al.* 1989. Nutrición animal. Trad. por A. Ortega Said. 7 ed. Mexico, D.F., Prensa Técnica. 627 p.
- MITCHELL, H.H. 1964. Comparative nutrition of man and domestic animals. Academic Press, New York, N.Y. *In*: Baker D.H. 1994. Ideal amino acid profile for maximal protein accretion and minimal nitrogen excretion in swine and poultry. *In* Cornell Nutrition Conference for feed Manufacturers. (1994, ROCHESTER, N.Y.). 1994. (Proceedings). Ithaca, N.Y. p. 134.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. Nutrient requirements of poultry. Washington D.C., National Academy of Sciences. p. 19-25.
- NORTH, M. O. 1986. Manual de producción avícola. Trad. por Michael Carroll. 2 ed. México, D.F., Yolva. 856 p.
- PROTEINA IDEAL en pollos de engorde: Un nuevo concepto para optimizar la nutrición de aminoácidos. 1996. Alemania, Feedback Special. p. 2. (Degussa)
- RANGEL-LUGO, M.; SU, C.-L.; AUSTIC, R.E. 1994. Threonine requirement and threonine imbalance in broiler chickens. Poultry Science. (Nueva York, Estados Unidos). 73 (5): 670-681.
- ROGERS, Q.R. 1976. The nutritional and metabolic effects of amino acid imbalances. Londres, Inglaterra. s.n. p. 279-301.



- TWINING P.V. Jr.; THOMAS O.P.; BOSSARD E.H. 1975. The 0-28 day threonine requirement of male broiler chick. *In Poultry Science* 54, 1825, (Abstract). *In*: CASTAÑÓN CASTAÑÓN, F. 1984. Estudio recapitulativo de la nutrición nitrogenada en las aves. México, D.F., s.n. p. 191.
- WAIBEL, P.E. et al. 1996. Further studies on the need for threonine & other aminoacids in low protein turkey grower diets. *In Poultry Science Association Annual Meeting*. (85., 1996, LOUSVILLE, KENTUCKY). 1996. Official Journal of the Poultry Science Association. p. 87.
- ZAVIEZO, D. 1997. Nutrición proteica de las aves: de proteína cruda a proteína ideal. *Industria Avícola*. (Illinois, Estados Unidos). 44 (12): p. 27-31.





Br. AURA VIOLETA ESCOBAR ALVAREZ

Lic. Zoot. CARLOS HUMBERTO ORTIZ C.  
Asesor Principal

Lic. Zoot. ROBIN RODOLFO IBARRA M.  
Asesor

Lic. Zoot. JULIO R. ABRIL B.  
Asesor

IMPRIMASE: Lic. Zoot. RODOLFO CHANG SHUM  
DECANO FMVZ