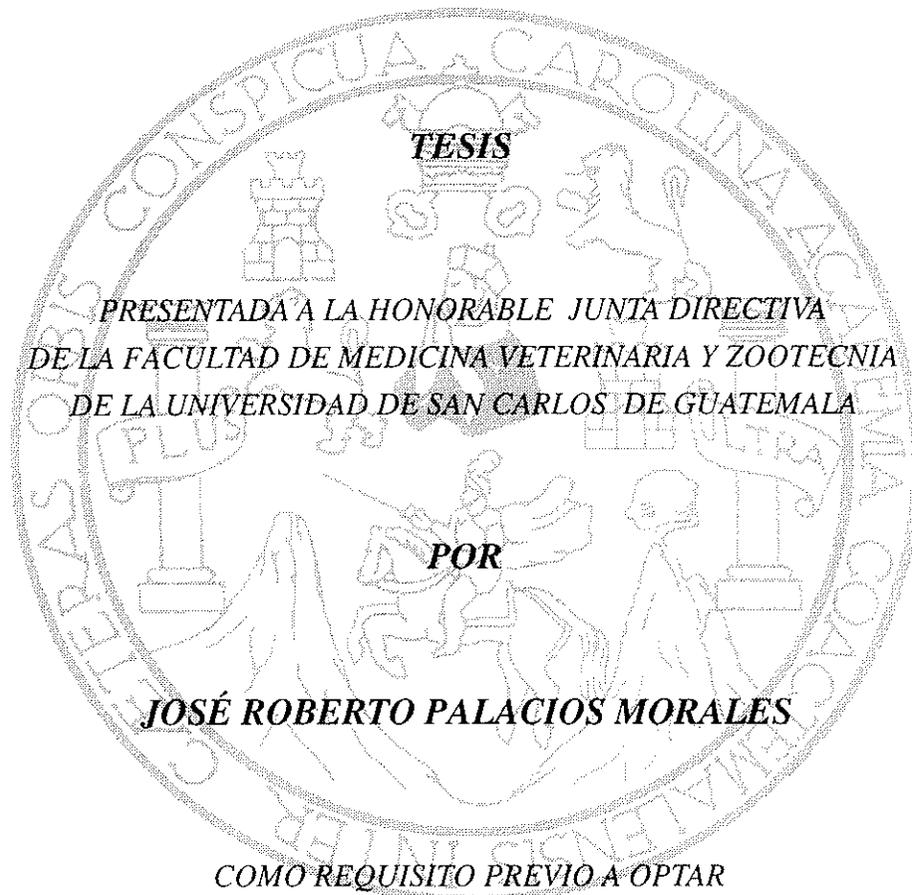


*UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA*

***SUPLEMENTACIÓN DE TREONINA EN POLLO DE ENGORDE***



***TESIS***

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

***POR***

***JOSÉ ROBERTO PALACIOS MORALES***

***COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE***

***LICENCIADO EN ZOOTECNIA***

***GUATEMALA, MAYO DE 1999***

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

DECANO	Lic. Zoot. Rodolfo Chang Shum
SECRETARIO	M. V. Miguel Angel Azañòn
VOCAL PRIMERO	Lic. Zoot. Rómulo Dimas Gramajo
VOCAL SEGUNDO	M. V. Otto Lima Lucero
VOCAL TERCERO	M.V. Eduardo Spiegel
VOCAL CUARTO	Br. Jean Paul Rivera
VOCAL QUINTO	Br. Fredy Calvillo

**ASESORES**

Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas Argueta  
Ing. Agr. Zoot. Jorge Wellmann Paz  
Lic. Zoot. Carlos Enrique Corzantes Cruz

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis

Titulado

“SUPLEMENTACION DE TREONINA EN POLLO DE ENGORDE”

Como requisito previo a optar al título profesional de:

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS:

Te doy gracias Señor porque sin tu ayuda hubiera sido imposible este triunfo que hoy te dedico.

A MIS PADRES:

Domingo Roberto Palacios y Sofía Morales de Palacios, muchas gracias por sus oraciones, esfuerzo, dedicación, orientación, sacrificios, herramientas que me ayudaron a salir siempre.

MI ESPOSA:

Helga: Por tu apoyo incondicional en todo momento.

MI HIJA:

Laura Isabel, quien me dio la motivación para la realización de ésta.

MIS HERMANOS:

Carlos y Gabriela, por el apoyo que me brindaron siempre.

A MI TIA:

Laura Raquel Betts, a ti, especialmente que gracias a tu apoyo y cariño me dieron el empuje para la realización de ésta; muchas gracias y que Dios te bendiga siempre.

A MIS AMIGOS:

Carlos Alberto, Oscar Augusto, Erwin Gonzalo, por su amistad durante nuestros años en las aulas y siempre.

**TESIS QUE DEDICO A:**

**DIOS**

Por la infinita bondad que me ha concedido durante toda la vida y por haberme brindado este triunfo.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ASESORES**

**TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON A LA REALIZACION DE LA PRESENTE**

**LOS PROFESORES:** Ing. Agr. Zoot. José Vicente Ibañez, Lic. Zoot. Carlos Enrique Muñoz.

**SEÑORA LAURA RAQUEL BETTS** por su apoyo fundamental en esta investigación y en todo aspecto de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

A:

**ASESORES** Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas Argueta

Ing. Agr. Zoot. Jorge Wellmann Paz

Lic. Zoot Carlos Enrique Corzantes Cruz

Miguel Angel Rodenas Argueta  
Por su desempeño en la ejecución de este proyecto.

Jorge Wellmann Paz  
Por sus valiosos aportes para la realización de este proyecto.

Carlos Enrique Corzantes Cruz  
Por su interés en la realización de este trabajo.

Ing. Agr. Zoot. Hans Mann  
Por su decisivo apoyo en la realización de esta investigación.

Señora Laura Raquel Betts  
Piedra fundamental para este trabajo.

### AL PERSONAL DE AVICOLA VILLALOBOS

Dr. Luis Alfredo Enríquez, Ing. Agr. Guillermo Ramírez,  
Sr. Luis Grijalva, Ing. Agr. Herman Sheel, Lic. Zoot. Jorge  
Landaverde, Ing. Julio Rivera, Ing. Raúl Ovalle, M. V.  
Gladys Vásquez, Sr. Alvaro Nolasco, Ing. Alfonso Ramírez,  
Lic. Luis Reyna, Sr. Lázaro Larios.

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
	General	3
	Específico	3
<b>IV</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
4.1	PROTEÍNAS	4
4.1.1	Proteína ideal	4
4.1.2	Imbalances	5
4.2	AMINOÁCIDOS	5
4.2.1	Metabolismo de los aminoácidos	6
4.2.2	Digestibilidad de los aminoácidos	6
4.3	TREONINA	7
4.3.1	Antecedentes históricos	7
4.3.2	Estereoisomería	7
4.3.3	Metabolismo de la Treonina	7
4.3.3.1	Anabolismo	7
4.3.3.2	Catabolismo	7
4.3.4	Requerimientos	7
4.3.5	Contenido de Treonina en las materias primas	8
4.3.6	Fuentes naturales	9
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
5.1	LOCALIZACIÓN	10
5.2	MATERIALES	10
5.3	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	10
5.4	MANEJO DEL ESTUDIO	10
5.5	ANÁLISIS DE DATOS	11
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>12</b>
6.1	FASE 1	12
6.2	FASE 2	13
6.3	FASE 3	14
6.4	ANÁLISIS ECONÓMICO	15
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>16</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>17</b>
<b>IX.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>18</b>
<b>X.</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>19</b>
<b>XI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>20</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>21</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el pollo de engorde se ha convertido en una de las más importantes fuentes de alimentación e ingreso económico a escala mundial, por lo que su explotación más eficiente ha venido a cobrar una importancia primordial. Tal premisa ha llevado al cambio de algunos conceptos tradicionalmente empleados en la formulación de raciones alimenticias a fin de hacer más rentable la producción, eliminando el concepto de proteína total por el de proteína ideal. Es decir, se ha abandonado la búsqueda e inclusión de materias primas con alto contenido proteico por aquellas que ofrezcan perfiles de aminoácidos más adecuados. Además se ha evolucionado en la técnica para describir aminoácidos digestibles, mismos que ofrecen una serie de beneficios importantes como lo son: aumentar la eficiencia en la utilización de nitrógeno; reducción en la excreción de nitrógeno; reducción en los costos de alimentación; aumentar la tolerancia del pollo a ambientes con alta temperatura; reducción de la contaminación del ambiente por amonio.

Actualmente se tiene un amplio conocimiento en cuanto a los requerimientos de los dos aminoácidos con una mayor importancia, metionina y lisina, por ser esenciales limitantes y los de mayor importancia económica. Sin embargo, en Estados Unidos y Europa cada día se investiga más sobre el requerimiento de treonina, aminoácido tercero en importancia, especialmente al formular con ingredientes diferentes a los convencionalmente empleados, tales como maíz y soya.

Con el propósito de evaluar el efecto de la treonina en el engorde de pollos durante los 45 días que dura la operación, se plantea la presente investigación para cuyo efecto se presenta como hipótesis y objetivos los siguientes:

## II. HIPÓTESIS

LA SUPLEMENTACIÓN CON L-TREONINA TIENE UN EFECTO POSITIVO EN EL MEJORAMIENTO DE LOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS Y DE CALIDAD DE LA CANAL DE POLLO DE ENGORDE DE 1 A 45 DÍAS

### III. OBJETIVOS

#### GENERAL

Generar información que conduzca a la formulación de raciones que ofrezcan un mejor desempeño nutricional para el engorde de pollos sobre la base de proteína ideal.

#### ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de la suplementación con L-treonina en pollos de engorde en términos de: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento en canal caliente y fría, y rendimiento de pechuga en canal frío.

Determinar el nivel óptimo de suplementación de L-treonina en la formulación de raciones para pollo de engorde de 1 a 45 días, utilizando seis niveles diferentes de suplementación.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1.- PROTEÍNAS

Las proteínas son sustancias orgánicas complejas presentes en toda la materia viva, se encuentra formando parte de músculos, piel, plumas, tejido conectivo, etc. y como sustancias solas como hormonas, enzimas y otras; por lo que son consideradas esenciales para la vida. (2)

Comprenden el único grupo nutricional en que además de carbono, hidrógeno y oxígeno, se encuentra presente el nitrógeno y en ocasiones el azufre y el fósforo, lo que les imparte características específicas. (2)

Se pueden definir a las proteínas como grandes cadenas de aminoácidos unidas entre sí por enlaces peptídicos, que definen por su presencia y posición las características y propiedades de estas. (2)

#### 4.1.1.- Proteína Ideal

Antes de mencionar un concepto de proteína ideal, debemos recordar la Ley del Barril de Liebig: "La duela más corta limita la capacidad del barril, si la duela es extendida la capacidad aumenta hasta la altura original de la segunda. más corta." (6)

Podemos definir a la proteína ideal como "un modelo de aminoácidos en una dieta que es exactamente igual a los requeridos por un animal para mantenimiento e incremento de la proteína tisular". Cualquier alteración de este equilibrio puede dar como resultado un imbalance de aminoácidos. (4)

Debido a la gran cantidad de factores que pueden afectar el requerimiento de aminoácidos para pollos parrilleros en crecimiento, tales como la cantidad de energía metabolizable o el nivel de proteína cruda en la dieta, edad, sexo y factores genéticos; mismos que hacían virtualmente imposible el relacionar todas las posibles combinaciones con las diferentes dosis y repuestas obtenidas en los experimentos que para determinar un rango total de aminoácidos esenciales individualmente. Los nutricionistas de cerdos, conscientes de este problema desarrollaron relaciones ideales de aminoácidos en base a lisina para calcular las especificaciones de aminoácidos en la dieta. La mayor ventaja en la utilización de un perfil ideal de proteína es que uno puede fácilmente adaptarla a una multitud de situaciones, siempre y cuando las relaciones permanezcan estables independientemente de cambios en el plano de nutrición de aminoácidos. (10)

La lisina es utilizada como base de referencia, no obstante ser el segundo aminoácido limitante en pollos de engorde después de metionina debido a dos razones fundamentales: a) Es utilizada, casi exclusivamente, para la síntesis de proteína corporal sin ser desviada en procesos metabólicos para mantenimiento o desarrollo de plumas y b) El análisis químico de lisina es más fácil en relación con el de metionina. (10)

Sin duda todas las relaciones de aminoácidos deberán ser expresadas en términos de aminoácidos digeribles en lugar de contenido total de aminoácidos. Cuando se incluyan materias primas diferentes a maíz y soya es de mucha importancia considerar diferencias en la digestibilidad y consecuentemente hacer el trabajo sobre la base de aminoácidos digeribles (ver inciso 4.2.2). (10)

Los factores a considerar para la determinación del perfil de aminoácidos contenidos en la proteína ideal son: a) Aminoácidos contenidos en la proteína tisular y la proteína de las plumas; b) Requerimientos para mantenimiento y c) Utilización de los aminoácidos digeribles. (10)

#### 4.1.2. Imbalances:

Una deficiencia de un aminoácido en particular inducida por el exceso de uno o más aminoácidos en la dieta, es conocida como un imbalance. (6)

Yoshida *et al* en 1966, concluyeron que un imbalance resulta en una más eficiente incorporación de los aminoácidos limitantes del crecimiento al tejido muscular por lo que decrecen los niveles de estos en el plasma, la respuesta inmediata es una baja en el apetito. (6)

En 1994 Davis y Austic, suplementando mediante cadenas de aminoácidos ramificadas o una mezcla de aminoácidos indispensables crearon dietas con imbalances de treonina, resultando en un incremento en la actividad de la treonina dehidrogenasa hepática, la cual según ellos hipotetizaron, puede ser responsable del rápido decrecimiento de los niveles de treonina en el plasma. (6)

En 1958 Salomón, describe un imbalance por deficiencia de treonina en ratas, causado por una dieta con alto contenido de metionina. Dicho imbalance se manifestó con una baja en el crecimiento de las ratas, la cual se corrigió con la adición de treonina a la dieta. (6)

El imbalance de algún aminoácido puede generar una baja en la ingesta voluntaria de alimento sin afectar la utilización de los nutrientes, por lo que se deberá tener cuidado cuando se expresen los requerimientos de aminoácidos en razón a porcentaje y no en razón de g/ave/día. (6)

#### 4.2.- AMINOÁCIDOS:

Existen aproximadamente 200 aminoácidos conocidos que se encuentran libres en la naturaleza, sin embargo, son solamente 22 los que se encuentran más frecuentemente en todos los alimentos y que son utilizados por las especies animales en la síntesis de proteínas. Estos se clasifican en esenciales y no esenciales. Los llamados no esenciales pueden ser sintetizados por las células, mientras que los esenciales no se sintetizan en cantidades suficientes para cubrir el requerimiento del animal, por lo que deben ser incluidos en la dieta. (3, 11)

La mayoría de los aminoácidos encontrados en las proteínas conservan una misma fórmula original; es decir, son ácidos aminocarboxílicos, en los cuales el grupo carboxilo se encuentra unido al carbono  $\alpha$ , que se encuentran unidos en las proteínas, cual ladrillos en una pared, por enlaces peptídicos. (2)

Se estima que aproximadamente un 40-45% de los costos en el proceso de engorde de pollos se encuentra ligado a cubrir adecuadamente el requerimiento de estos por los aminoácidos esenciales, por lo que se ha debido recurrir a alternativas que lo hagan más eficientemente, logrando un menor tiempo de desarrollo a un menor costo, tornándolo más rentable. (12)

#### 4.2.1- Metabolismo de los Aminoácidos

El metabolismo de los aminoácidos comprende 4 procesos:

- Síntesis y degradación de proteínas, mediante su condensación covalente entre si para formar las proteínas, mediante un proceso de cuatro etapas: activación y selección de aminoácidos, la activación requiere energía; comienzo de la formación de la cadena polipeptídica, que requiere energía; alargamiento de la cadena polipeptídica, que requiere energía; fin de la cadena polipeptídica acoplada con su salida al citoplasma.
- Transformación del nitrógeno de los aminoácidos en ácido úrico, para ser excretado por medio del ciclo de la urea.
- Conversión del carbono estructural de los aminoácidos en glucosa, grasas y energía o CO<sub>2</sub> y agua. Por medio de un proceso de transaminación, en el que un aminoácido es convertido en un  $\alpha$ -cetoácido por la acción de las transaminasas, produciendo piruvato y otros ácidos orgánicos que participan activamente en el ciclo de Krebs, para la producción de energía.
- Formación de derivados no proteicos, como lo son glucosa y ácidos grasos como reserva de energía. (6)

#### 4.2.2 -Digestibilidad de los Aminoácidos

En la práctica, la formulación de raciones para monogástricos de acuerdo al contenido de proteína cruda, es basada en el contenido de aminoácidos de los ingredientes, las materias primas a utilizar en las raciones son elegidas basándose en sus características nutricionales las cuales son determinadas por medio de análisis químico proximal. Sin embargo, este análisis no toma en cuenta la utilización de los aminoácidos por el animal durante el proceso de digestión y absorción, mismos que pueden ser afectados por factores muy diversos, como lo son: a) Proteínas naturalmente unidas resistentes a las enzimas (taninos, fitasas); b) Compuestos indigestibles formados durante el procesamiento de los ingredientes (reacción de Maillard); y c) Inhibidores de enzimas digestivas (factores antitripsina). (9)

Datos en la literatura muestran claramente que la digestibilidad de los aminoácidos en la mayoría de ingredientes es mucho menor a un 100% y varía marcadamente de uno a otro, por lo que las dietas sobre la base de aminoácidos digestibles deberían llenar más consistentemente los requerimientos del animal que aquellas basadas en cantidad de aminoácidos totales. (12)

Rostagno *et al* en 1995, concluyeron que el formular raciones para pollos de engorde sobre la base de aminoácidos digestibles, da una mayor capacidad para predecir la calidad de la proteína de la dieta y el comportamiento del ave, así como una mayor rentabilidad para los productores de carne. (9)

#### 4.3.- TREONINA:

##### 4.3.1- Antecedentes históricos

La treonina fue descubierta por W. C. Rose en 1935, poco tiempo después fue declarada como aminoácido esencial para las aves por Hegsted y Grau en 1944. Luego en 1949 Grau, determinó el requerimiento de ésta en un 0.45% de la dieta. En los 80's y 90's su uso se ha implementado como parte de las dietas para pollo de engorde. (8)

##### 4.3.2 Esteroisomeria

Según la literatura de los cuatro isómeros que se presentan de la treonina, la D-treonina y el  $\alpha$ -cetoácido no son utilizables por el animal, mientras Baker en 1986-1994, sugiere que la D L-treonina debe aportar no más del 25% de la actividad biológica, quedando únicamente la L-treonina como aprovechable por el animal. (6)

##### 4.3.3 Metabolismo de la treonina

###### 4.3.3.1- Anabolismo

Al igual que la metionina la treonina tiene su origen en la homoserina (análogo a la serina), misma que procede del ácido aspártico. Una vez formada la homoserina se fosforila mediante un ATP, luego este fosfato de homoserina se convierte en treonina por acción de la enzima sintetaza, la cual depende del piridoxal. (4)

###### 4.3.3.2- Catabolismo

El catabolismo de la L-treonina, resulta en una gran cantidad de compuestos energéticos, debido a su capacidad de ceder ambos grupos piruvato y propionato. El carbono estructural resultante genera piruvato para energía o glucosa y glicina para las necesidades fisiológicas. (6)

##### 4.3.4 Requerimientos:

Mucha controversia existe en lo concerniente al requerimiento de treonina en pollos de engorde. La mayoría de estudios presentan una recomendación de un valor que oscila entre los 0.55 a los 0.80% de treonina total en dietas para pollos parrilleros en las distintas etapas de su desarrollo (Uzu, 1986; Robins, 1987; Thomas *et al*, 1987; Bertram *et al*, 1988; Smith y Waldroup, 1988; Austic y Rangel-Lugo, 1989). La mayoría de trabajos para determinar el requerimiento de treonina en pollo de engorde se han llevado a cabo en las

etapas tempranas del desarrollo de estos, más sin embargo, existen pocos trabajos que lo evalúen en su etapa de finalización. (6)

Se calculó bajo condiciones prácticas que las necesidades de treonina, con una dieta baja en proteína y deficiente en treonina basándose en trigo-mañí; fueron de 0.79% de la dieta. Los mejores resultados se obtuvieron con una ingesta de 413 mg de treonina por día correspondientes a 324 mg de treonina digestible. (6)

Kidd y Kerr en 1996, concluyeron que una adición de lisina mejora la conversión alimenticia independientemente de treonina, sin embargo, lisina y treonina interactúan para optimizar la ganancia de peso y el filete de pechuga. (8)

En un trabajo de investigación realizado para determinar el nivel de L-treonina en pollos de engorde, se encontraron los siguientes resultados: L-treonina puede mejorar la eficiencia alimenticia arriba de los 42 días y algunas medidas de la canal en 56 días en pollos de engorde consumiendo dietas bajas en proteína cruda. (8)

#### 4.3.5 Contenido de treonina en las materias primas:

La treonina, al igual que la lisina, es limitante en la mayoría de los cereales como: trigo, salvado de trigo, sorgo, cebada, harina de carne y hueso, su uso podría convertir a la treonina en el punto de presión en raciones para aves. Dependiendo de la proporción del total de proteína que represente en la ración, la treonina pudiera ser un limitante detrás del total de aminoácidos azufrados. (6)

#### 4.3.6 Fuentes naturales:

A continuación se puede observar una tabla con los diferentes niveles de contenido de treonina en materias primas usadas para la formulación de alimentos balanceados. (5)

Tabla No. 1 Alimentos con un alto contenido de L-treonina expresado en porcentaje (%)

INGREDIENTE	TREONINA	INGREDIENTE	TREONINA
Suero de leche desnatado	5.94	Harina de subproductos de aves	4.47
Proteína de papa	5.83	Harina de pescado (Arenque)	4.43
Suero de leche parcialmente delactosado	5.56	Harina de extracción de colaza	4.42
Levadura de cerveza	4.77	Leche desnatada en polvo	4.41
Harina de plumas	4.71	Harina de sangre	4.34
Caseína	4.49	Harina de pescado (Sardina)	4.30
Semillas de colaza	4.48	Harina de pescado	4.19

Fuente: DEGUSSA, 1996. (5)

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. LOCALIZACIÓN

El presente experimento se llevó a cabo en la Finca San José el Recuerdo, ubicada en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, localizada a 78 Km de la Ciudad Capital. El área, de acuerdo con De la Cruz, corresponde a una Zona de vida "Bosque muy húmedo sub-tropical"- cálido, se encuentra a una altitud de 280 msnm, con una precipitación pluvial anual que varía entre 2136 y 4231 mm. Distribuidos en 140 días/año, comprendidos entre mayo y octubre, la temperatura media anual es de 25°C, humedad relativa de 80%, un total de 220 horas de sol/año. (1,7)

### 5.2.- MATERIALES, INSTALACIONES Y EQUIPO

Para la realización del estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- 1440 pollos de la línea Arbor Acress X Arbor Acress, del mismo lote de reproductoras.
- 6,120 Kg de alimento elaborado para pollo de engorde.
- 600 g de L-treonina
- Galera experimental de 241.2 M<sup>2</sup>, con 36 divisiones de 3.96 M<sup>2</sup>
- 6 Criadoras, 36 Comederos y 36 bebederos.
- Vacunas
- Balanza analítica

### 5.3.- TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó una distribución Completamente al Azar, para la distribución de las aves por repetición y su ubicación dentro del galpón. Los tratamientos a evaluar fueron seis que correspondían a; 0 (testigo), 40, 80, 120, 160, y 200 mg. de L-treonina/Kg de alimento. La suplementación se efectuó en forma escalonada, tomando como base el contenido reportado en el balanceo de la ración por la fábrica y confirmando dicha composición en el laboratorio analítico de Degussa AG, en Frankfurt Alemania. Cada tratamiento constó de seis repeticiones, conformando 40 pollos la unidad experimental.

### 5.4.- MANEJO DEL ESTUDIO

Este tuvo una duración de 45 días, comprendidos del 15 de julio al 28 de agosto de 1997.

Se utilizaron 1440 pollos de un día de nacidos, los cuales fueron alojados separadamente en seis grupos de 240 aves cada uno, habiéndose dado a todos los grupos el mismo manejo. Posteriormente fueron subdivididos en 6 repeticiones de 40 pollitos cada repetición, distribuidos Completamente al Azar, al décimo día se inició la suplementación.

Las dietas presentaron características similares en cuanto a composición de la ración y digestibilidad.

Semanalmente, se pesó aleatoriamente un 10% de la población inicial. Además el consumo de alimento, mismo que fue registrado a diario, con ambos datos se estableció la conversión alimenticia semanal. Igualmente se registró la mortalidad.

El experimento finalizó con el sacrificio de las aves, para lo cual se identificó cada repetición con un número para cada lote de aves hasta el momento del pesado de las pechugas en el rastro.

Es importante resaltar que el experimento se dividió en tres fases independientes: La fase 1, que comprendió el período de crianza en la galera experimental; la fase 2, que inició con el ingreso del pollo al rastro y terminó con su salida del enfriador; y la fase 3, que se inició 16 horas más tarde en la cámara refrigerada y terminó en la mesa de deshuese.

#### 5.5.- ANÁLISIS DE DATOS

Las variables analizadas fueron:

En la fase 1:

- Peso vivo, tomado semanalmente (g)
- Consumo de alimento, tomado diariamente (g)
- Consumo acumulado, calculado semanalmente (g)
- Conversión alimenticia, calculada mediante la relación de consumo de alimento y peso ganado.
- Conversión acumulada, calculada semanalmente.
- Mortalidad, registrada diariamente (%)
- Mortalidad acumulada, calculada semanalmente (%)
- Índice europeo de producción.

En la fase 2:

- Peso vivo al rastro, tomado en el muelle de recepción (g)
- Peso de la canal caliente, tomado antes de ingresar al tanque de enfriamiento (g)
- Rendimiento de la canal caliente (%)
- Peso de la canal fría registrado a la salida del tanque de enfriamiento (%)
- Rendimiento de la canal fría (%)

En la Fase 3:

- Peso de la canal refrigerada, tomado en la mesa de deshuese (g)
- Peso de la pechuga, sin hueso (g)
- Rendimiento de la pechuga (%)

Las variables se analizaron en forma independiente, cada una de acuerdo al modelo matemático, correspondiente al diseño experimental:

$$Y_{ij} = M + T_1 + E_{ij}$$

$$y = 1, 2, 3 \dots t$$

$$j = 1, 2, 3 \dots r$$

En donde:  $Y_{ij}$ = Variable respuesta. Asociada a la Y-ésima unidad experimental  
 $M$ = Media general  
 $T_1$ = Efecto de los tratamientos  
 $E_{ij}$ = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadros No. 1, 2 y 3 muestran los resultados de las tres fases que comprendió el estudio, así como el efecto de suplementar las dietas de pollo de engorde con diferentes niveles de L-treonina sobre los parámetros en estudio. El análisis de varianza permitió establecer diferencias significativas entre tratamientos.

### 6.1 FASE 1

La variable más afectada en ésta fase fue el peso vivo, observándose una tendencia desde la segunda semana, que muestra diferencia significativa hasta el final del período experimental. Resultando el tratamiento No. 3, con una suplementación de treonina de 80 mg/Kg de alimento y un contenido total de treonina de 0,86% en el concentrado iniciador y 0,76 % en el finalizador. Estos resultados concuerdan con los reportados por Kidd y Kerr (1996), quienes encontraron una mejor ganancia de peso con un nivel de treonina de 0.78% de la dieta, y bastante aproximados con los de Thomas *et al* (1986) quienes reportaron un nivel entre 0.73 y 0.77% como el óptimo para ganancia de peso y conversión alimenticia.

En cuanto al consumo de alimento fueron detectadas diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las semanas 4, 5, y 6, habiéndose observado el menor consumo para el tratamiento 6 (200 mg/Kg y un contenido total de treonina de 0.98 y 0.88%, en la fase de iniciación y finalización respectivamente). Este comportamiento puede ser atribuido a una saturación del aminoácido en la dieta, ya que dicha cantidad se encuentra muy por encima de lo reportado en la literatura como requerido, mismo que pudiera ocasionar un imbalance. Concuerda esto con lo señalado por D'Mello en 1994 (8), quien afirmó sobre la base de investigaciones anteriores y propias, que un imbalance de aminoácidos puede provocar un decrecimiento en el consumo voluntario de alimento.

El consumo acumulado de alimento no mostró diferencias significativas sino a partir de la quinta semana, resultando evidente el mismo comportamiento que en la variable anterior.

Esta baja en el consumo, aunada a la diferencia de pesos entre tratamientos, afectó notablemente la conversión alimenticia, misma que registró diferencias en las semanas 4, 5 y 6, resultando el tratamiento No. 3 (80 mg/Kg de alimento y 0.86 y 0.76% de treonina en la dieta) como el más eficiente. Estos resultados son similares a lo encontrado por Kidd y Kerr en 1996, quienes reportaron un nivel de treonina de 0.75% como el más eficiente en pollo de engorde de 30 a 42 días. En 1986 Uzu, trabajando con dietas experimentales europeas variando la concentración de treonina concluyó que el requerimiento de este aminoácido para crecimiento y conversión en todos los experimentos fue de 0.73, 0.75 y 0.68% en períodos de 1-21 y 21-42 días respectivamente.

La conversión alimenticia acumulada mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a partir de la séptima semana confirmando que contenidos de treonina de 0.86 y 0.76 % en la dieta son los más eficientes. Efectivamente, Holsheimer *et al* (1994), utilizando dietas europeas reportaron una mayor eficiencia en pollos alimentados con dietas con un 22% de proteína cruda conteniendo 0.85% de treonina, que aquellos con una dieta basada en maíz y soya con igual cantidad de proteína cruda.

Las variables mortalidad y mortalidad acumulada no evidenciaron diferencias entre tratamientos.

El índice europeo de producción registró diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), resultando mejor el tratamiento No. 3 (80 mg/Kg de alimento, 0.86 - 0.76% de treonina en la dieta).

## 6.2 FASE 2

En la tabla No. 5 se muestra el efecto de la suplementación con L-treonina, en dietas para pollo de engorde, sobre las variables medidas en el área caliente del rastro.

El peso vivo al rastro mostró un comportamiento similar al peso vivo en la granja, donde se registraron los valores más altos para el tratamiento No.3, lo cual confirma los resultados obtenidos en la Fase 1.

El peso de la canal caliente, mismo que se define como el peso del ave sin plumas, patas y eviscerada; mostró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos con un marcado incremento en el tratamiento No. 3 (80 mg/Kg de alimento).

El peso de la canal fría registró diferencias significativas entre tratamientos, evidenciándose una mayor peso de la canal en el tratamiento No. 3 (80 mg de treonina por Kg de alimento). Ambos resultados concuerdan con los obtenidos por Kidd en 1995, quien reporta un incremento lineal como efecto de una suplementación con L-treonina en dietas bajas en proteína cruda.

Las variables rendimiento de la canal caliente y fría no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, resultados que coinciden con los reportados por Rostagno *et al* (1995), quienes no detectaron diferencias significativas en el rendimiento en canal al evaluar dietas con distinto nivel de digestibilidad. Por otro lado, Kidd y Kerr en 1996, reportaron un contenido de 0.78 y 0.85% de la dieta de treonina como el tratamiento que obtuvo mayores porcentajes de rendimiento en canal en períodos de 21-42 días y 30-42 días respectivamente.

### 6.3 FASE 3

La tabla número 6 nos muestra el efecto de la suplementación con L-treonina en dietas para pollo de engorde, sobre las variables medidas en el área fría del rastro (peso de la canal refrigerada, peso de la pechuga sin hueso y rendimiento de pechuga %). En las mismas se observa en primer lugar que el peso de la canal refrigerada mostró diferencias entre tratamientos, registrando los valores más altos el tratamiento No. 3.

En lo que respecta al peso de la pechuga sin hueso, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos resultando el tratamiento No. 3 el de mayor desarrollo (80 mg de treonina por Kg de alimento). Estos resultados coinciden con los reportados por Kidd y Kerr en 1996, quienes obtuvieron los mejores resultados en filete de pechuga y músculo pectoral inferior, con un contenido total de treonina de 0.83 y 0.77% en el alimento de 21 a 42 y de 42 a 56 días respectivamente.

La variable "porcentaje de pechuga", mostró resultados similares a los encontrados en la variable anterior, observándose los valores más altos para el tratamiento No. 3 (0.86 y 0.76% de treonina en la dieta). En 1995 Rostagno *et al*, resaltaron la correlación positiva de este parámetro con la digestibilidad de la dieta en pollo de engorde.

## 6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla No. 2 Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	INGRESO NETO	COSTO VARIABLE
80 mg/Kg	Q7.11	Q12.52
120 mg/Kg	Q5.99	12.57*
40 mg/Kg	Q5.45	12.58*
160 mg/Kg	Q4.91	12.58*
200 mg/Kg	Q4.13	Q12.51
0 mg/Kg	Q4.11	12.61*

\*Tratamientos dominados

Los costos variables generados en el presente trabajo están en función del consumo de alimento; debido al comportamiento que mostró esta variable en respuesta a la modificación en el contenido de treonina en la ración.

Tabla No. 3 Análisis de retorno marginal

	I. N.	C.V.	I.N.M.	C.V.M.	T.R.M.
80 mg/Kg	Q7.11	Q12.52	Q2.98	Q0.01	298
200 mg/Kg	Q4.13	Q12.51			

El análisis económico mostró una elevada tasa de retorno marginal de 29,800% para el tratamiento de 80 mg/Kg sobre el tratamiento 200 mg/Kg, todos los demás tratamientos fueron dominados.

I.N. = Ingreso Neto  
 C.V. = Costos Variables  
 I.N.M. = Ingreso Neto Marginal  
 C.V.M. = Costo Variable Marginal  
 T.R.M. = Tasa de Retorno Marginal

## VII. CONCLUSIONES

1. La suplementación con L-treonina tuvo un efecto positivo en las variables: peso vivo en granja, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso vivo al rastro, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, peso de la canal refrigerada, peso de la pechuga sin hueso y rendimiento de pechuga.
2. La suplementación con L-treonina no tuvo efecto sobre las variables: mortalidad, mortalidad acumulada y rendimiento en canal.
3. Los mejores resultados se obtuvieron con una suplementación de 80 mg/Kg de alimento y un contenido total de 0.86 y 0.76% en periodos de 1 a 21 y de 21 a 45 días respectivamente.
4. El análisis económico mostró que cuando se suplementaron dietas para pollos de engorde con L-treonina, a fin de obtener un contenido total de 0.86 y 0.76% (840 y 760 mg/Kg de alimento) de la ración se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal.

## VIII. RECOMENDACIONES

Bajo condiciones similares a las del estudio, se recomienda:

1. En la fase de iniciación (1 a 21 días) se debe suplementar para alcanzar un contenido de treonina de 840 mg/Kg, en dietas para pollo de engorde.
2. En la fase de finalización (21 - 45 días) se recomienda un contenido total de treonina de 760 mg/Kg, equivalentes en esta investigación a una suplementación de 80 mg/Kg de L-treonina.

## IX. RESUMEN

PALACIOS J.R.1999. Suplementación de Treonina en pollo de engorde. Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 22 p.

**PALABRAS CLAVES:** Treonina, desempeño, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso vivo al rastro, peso de la canal caliente y fría, peso de la canal refrigerada, peso de pechuga, rendimiento de pechuga, contenido total, suplementación.

### RESUMEN

La presente investigación se realizó en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, donde se trabajó con un lote comercial de pollos de engorde durante 45 días a partir del nacimiento de las aves. El objetivo fue determinar si el contenido total de treonina tiene algún efecto en el desempeño de las aves, manejados en forma intensiva y por ende sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso vivo al rastro, peso de la canal caliente y fría, rendimiento en canal caliente y fría, peso y rendimiento de la canal refrigerada, peso y rendimiento de pechuga.

Para el efecto la treonina en su forma cristalina (se considera con una concentración del 98%) fue adicionada al alimento al momento de mezclarlo y en incrementos escalonados en el orden de un 5% sobre el contenido total encontrado en la ración, alcanzando un máximo de 25%. Se utilizaron 1440 aves de la línea Arbor Acres X Arbor Acres, los que fueron sacrificados a los 45 días de edad.

Se evaluaron seis tratamientos, utilizando cinco niveles de suplementación contra un tratamiento testigo, al que no se le adicionó el aminoácido en cuestión.

Se concluye que se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, en lo que respecta a las variables ganancia de peso, conversión alimenticia, peso vivo al rastro, peso de la canal caliente y fría, peso de la canal refrigerada, peso y rendimiento de pechuga. Resultando el tratamiento con un contenido total de treonina de 840 y 760 mg/Kg de alimento, en periodos de 1-21 y 22-45 días respectivamente, como el de mejores resultados.

## X. SUMMARY

Palacios, J. R. 1999. Supplemental threonine in broiler chicks. Guatemala. Thesis lic. Zoot. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 22 p.

**KEY WORDS:** threonine, development, weight gain, feed intake, feed/gain ration, mortality, live weight at the slaughterhouse, warm and chilled carcass weight, warm and chilled carcass yield, refrigerated carcass weight and yield, breast weight and yield.

### SUMMARY

This trial was conducted in Siquinalá Escuintla, using a commercial lot of broiler chicks, during forty five days post-hatching. The aim was to determinate whether the total content of threonine, has effect on the birds development, with management schemes of intensive form and consequently on the weight gain, feed intake, feed/gain ration, mortality, live weight at the slaughterhouse, warm and chilled carcass weight, warm and chilled carcass yield, refrigerated carcass weight and yield, breast weight and yield.

For such effect, crystalline threonine (considering a 98% concentration), was added to the feed during the mixing stage at the feed plant. The addition was in a stepped way, in the order of a 5% increase over the total content founded in the meal, reaching a maximum of 25%. 1440 Arbor Acres X Arbor Acres were used, and slaughtered at 45 days of age.

Six treatments were evaluated, using five supplementation levels compared against a control treatment, that no threonine was added.

Concluding, some statistically significant differences, were found between treatments. Improvement in weight gain, feed/gain ration, live weight at the slaughterhouse, warm and chilled carcass weight, refrigerated carcass weight and yield, breast weight and yield. Resulting the treatment with a threonine total content of 840 and 760 mg/Kg in the meal in periods from 1-21 and 22-45 days post-hatching respectively, as the one with the best results.

## XI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ATLAS CLIMATOLOGICO de la república de Guatemala. 1988. Guatemala, INSIVUMEH. 9 p.
- 2.- BERK, Z. 1976. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Trad. por Fernando A. Hill. México, El Manual Moderno. 358 p.
- 3.- BOHINSKI, R.T. 1978. Bioquímica. Bogotá, Fondo Educativo Interamericano. 667 p.
- 4.- CASTAÑON Y CASTAÑON, F. 1984. Estudio recapitulativo de la nutrición nitrogenada en las aves. México, UNAM. p145, 188-189.
- 5.- Chung, T.K. 1995. Aminoacid nutrition with special emphasis on Threonine Singapore, ASA, USB, 5 p. (technical Bulletin).
- 6.- COMPOSICION EN aminoácidos de los ingredientes. 1996. 4ed. Alemania, Degussa. p. irr.
- 7.- CRUZ, J. A. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Ministerio de agricultura ganadería y alimentación. 42p.
- 8.- KIDD, M. T. 1995. L-Threonine for poultry. In 22nd annual Carolina Poultry Nutrition Conference. Charlotte NC. USA, Radisson Plaza. p. 4-20.
- 9.- -----; KERR, B. J. 1996, Threonina and broiler nutrition. In Arkansas Nutrition Conference, Arkansas USA, s.n. p203-228.
- 10.- NUTRITION GUIDE; Feed formulation with digestible aminoacid. 1989. Francia, Rhone Poulenc. 35 p.
- 11.- PACK, M. 1995. Ideal protein in broilers: Concepts and current status, In Apinco Conference on poultry science and technology. Curitiba Brasil, Degussa AG Applied Tecnology Feed Aditives. p. irr.
- 12.- PARSON, C. M. 1992. Aplicación de the concept of aminoacid availability in practical feed formulation. Zootecnica Internacional (USÁ)64-69 MF:7017.
- 13.- SHIMADA, A. S. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. México, UNAM. 375 p.



## XII. ANEXOS

**CUADRO No. 1 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FASE 1, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL, CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACIÓN.**

VARIABLES	UNIDAD	ANOVA	TRATAMIENTOS						
			CONTROL	40 mg/Kg	80 mg/Kg	120 mg/Kg	160 mg/Kg	200 mg/Kg	
Peso vivo	g	++	22650.00 d	2442.98 bc	2660.28 a	2515.41 b	2370.13 cd	2255.12 d	
Consumo de alimento	g	ns	1410.33 ns	1407.83 ns	1403.17 ns	1409.00 ns	1409.67 ns	1405.33 ns	
Consumo acumulado	g	+	5144.91 e	5130.57cde	5103.39 ab	5121.72 bcd	5121.54 bc	5093.47 a	
Conversion alimenticia	g:g	ns	3.06 ns	3.21 ns	2.93 ns	3.43 ns	3.15 ns	3.45 ns	
conversion acumulada	g:g	+	2.27 b	2.20 b	2.06 a	2.24 b	2.24 b	2.26 b	
Mortalidad	%	ns	0.58 ns	0.50 ns	0.50 ns	0.54 ns	0.50 ns	0.50 ns	
Mortalidad acumulada	%	ns	4.15 ns	4.07 ns	4.04 ns	4.05 ns	4.08 ns	4.04 ns	

++ (p<0.01) + (<0.05) ns No Significativo

**CUADRO No. 2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FASE 2, RASTRO AREA CALIENTE EN LA GRANJA EXPERIMENTAL, CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION.**

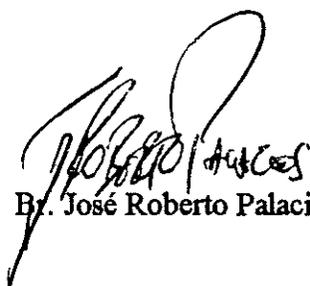
VARIABLES	UNIDAD	ANOVA	TRATAMIENTOS						
			CONTROL	40 mg/Kg	80 mg/Kg	120 mg/Kg	160 mg/Kg	200 mg/Kg	
Peso vivo rastro	g	++	2038.50 d	2103.12 bc	2195.54 a	2145.45 b	2134.65 bc	2040.90 d	
Peso canal caliente	g	++	1510.00 d	1560.00 c	1640.00 a	1600.00 b	1590.00 b	1514.00 d	
Eficiencia canal caliente	%	ns	74.13 ns	74.19 ns	74.70 ns	74.60 ns	74.79 ns	74.21 ns	
Peso canal fria	g	++	1610.00 d	1695.00 bc	1780.00 a	1710.00 b	1680.00 bc	1615.00 d	
Eficiencia canal fria	%	ns	79.03 ns	80.62 ns	81.09 ns	79.72 ns	78.71 ns	79.16 ns	

++ (p<0.01) + (<0.05) ns No Significativo

**CUADRO No. 3 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FASE 3, RASTRO AREA FRIA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACIÓN.**

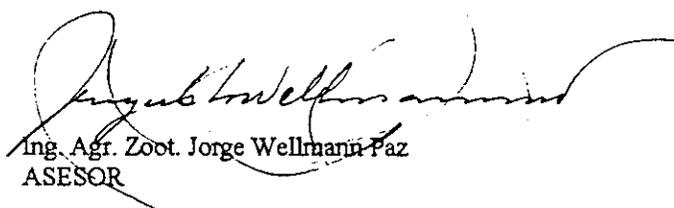
VARIABLES	UNIDAD	ANOVA	TRATAMIENTOS						
			CONTROL	40 mg/Kg	80 mg/Kg	120 mg/Kg	160 mg/Kg	200 mg/Kg	
Peso canal refrigerado	g	++	1452.50 e	1539.17 b	1560.00 a	1520.00 c	1488.33 d	1458.33 e	
Peso pechuga	g	++	285.33 e	305.00 b	327.00 a	303.17 bc	295.33 d	287.33 e	
Eficiencia de pechuga	%	++	19.54 c	19.82 bc	20.96 a	19.95 b	19.84 bc	19.74 bc	

++ (p<0.01) + (<0.05) ns No Significativo

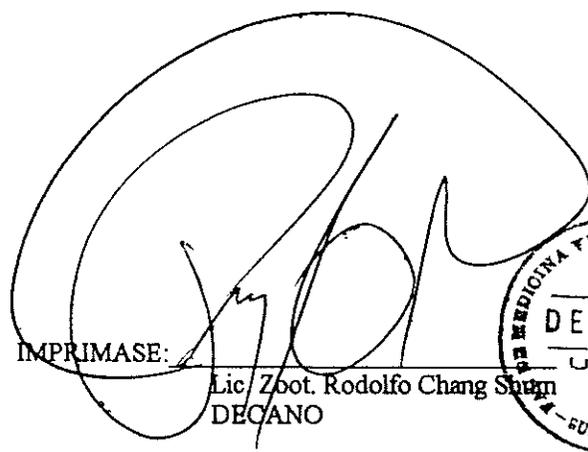
  
Dr. José Roberto Palacios Morales



Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta  
ASESOR PRINCIPAL

  
Ing. Agr. Zoot. Jorge Wellmann Paz  
ASESOR

  
Carlos Enrique Corzantes Cruz  
ASESOR

  
IMPRIMASE: Lic/Zoot. Rodolfo Chang Shum  
DECANO

