

54

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE DOS PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN  
POLLOS DE ENGORDA CON DIETAS FORMULADAS  
BAJO EL CONCEPTO DE PROTEÍNA IDEAL”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**  
P R E S E N T A  
**OSCAR ISMAEL OLIVARES TLACOMULCO.**

Asesores: MVZ MSc ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ  
MVZ ROBERTO SANTIAGO GÓMEZ



MÉXICO, D F.

OCTUBRE 2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

### A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA AL CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN PRODUCCIÓN AVÍCOLA.

A todos mis profesores quienes contribuyeron en mi formación profesional; como un testimonio de gratitud por todo lo que de ustedes he recibido.

A mis asesores, el Dr Ernesto Ávila, a quien deseo expresar mi más sincero agradecimiento por su confianza, paciencia y apoyo que me ha brindado en mi larga estancia dentro de la Granja Veracruz y el Dr Roberto Santiago por su gran ayuda y en especial por su gran amistad

Al Dr Ezequiel Sánchez, por la confianza que me tuvo desde el primer día que llegue a la granja y sobre todo por hacerme sentir dentro de su grupo de trabajo

A la Dr Elizabeth Posadas que junto con el Dr Ezequiel siempre me apoyaron y me impulsaron para seguir siempre adelante "Muchas gracias"

Al Dr Jaime Esquivel, por sus observaciones al trabajo de campo y permitirme aprender más sobre la Avicultura, pero sobre todo mi admiración a su sencillez y mil gracias por su amistad la cual siempre me hizo seguir adelante

Al Dr Tomás Jinez, quien con su silencio me ha enseñado más que quienes con palabras no han podido, gracias Tom por esas palmadas que me han impulsado y por tu amistad

Al Dr Arturo Cortés, con quien he compartido trabajo y me ha enseñado parte de la Avicultura, y como olvidar todas esas conversaciones tan amenas

Al Dr Benjamín Fuente, quien me ha demostrado que cuando todo va en contra de nosotros siempre hay fuerzas suficientes para demostrar lo contrario y seguir adelante

A mis amigos y compañeros: Rene Morales, Arturo García, Miguel García, Mónica Hidalgo, Marco Juárez, Roberto Santiago, Marco Gámez "el norteño", César Rosas, Ulises Cortés, Raúl Guerrero, Ana Lía Balderas y Miguel Martínez, quienes siempre me han enseñado a salir adelante, con los que he compartido trabajo y cansancio, pero sobre todo con los que he compartido juegos y risas, las cuales han hecho de mi estancia en la granja algo verdaderamente inolvidable que no cambiaría por nada Gracias amigos

Como olvidar a las Secretarías Oliva e Irma quienes siempre me ayudaron y contribuyeron a la realización de este trabajo, tal vez sin darse cuenta Mil gracias por todo

A la empresa "Productos para aves y animales S A de C.V" y en particular a la química Bertha del Carmen López quien hizo la donación de la harina de carne empleada en este estudio.

A la empresa DEGUSA HULS por la realización del aminograma y en especial al Dr Manuel Álvarez Solís quien siempre estuvo dispuesto a colaborar

A la "Impresora San Marcos" y con especial agradecimiento al Sr. Luciano Tlacomulco y Sr. Raúl Tlacomulco por hacer posible la impresión de esta tesis

Finalmente a toda la gente que directa o indirectamente me apoyo y quizás por error o por olvido no he mencionado A todos ustedes "muchas gracias"

## Quiero dedicar este trabajo.

*A DIOS, por haberme dado esta vida y disfrutar de ella, y por si fuera poco permitirme llegar a mi mas anhelada meta*

*A mi Madre.*

*Socorro Tlacomulco Oliva que tan solo pensar en escribir algo de ella se me llenan los ojos de lagrimas y recuerdo que no hay palabras para describir lo que siento por ella y lo que ha hecho por nosotros, sus hijos, y que nunca podremos llegar a pagarle. Gracias madre.*

*A mi Padre.*

*Silvestre Olivares Arias quien siempre nos demostró que no importa cual tan difícil sea el camino si no lo proponemos podremos terminarlo, gracias padre por ser mi primer ejemplo en lo profesional y del cual estoy orgulloso.*

*A mis Hermanos*

*Cesar Alberto y José de Jesús Olivares Tlacomulco, con quienes he compartido todas las alegrías y tristezas por las que ha pasado nuestra familia, y que gracias a nuestra unión hemos podido salir adelante, gracias hermanos por creer siempre en mi aún cuando no lo mereciera.*

*A mis Abuelas*

*Pilar Tlacomulco Oliva, quien siempre me ha apoyado y por quien siento un gran cariño y admiración por haber formado y ser el PILAR de una gran familia. Y aún cuando se que nunca podré pagar todo lo que ha hecho por nosotros, espero poder devolverle aunque sea un poquito. Gracias abuelita..*

*Trinidad Olivares Arias, quien siempre ha demostró un gran cariño hacia mi y de la cual he aprendido la gran virtud de ser independiente y el gusto por viajar. Gracias abuelita*

*Como olvidarlos*

*A mi abuelo, Luciano Tlacomulco y a mi tío Narciso Tlacomulco Oliva, de quienes me vienen gratos recuerdos y a quienes a pesar de los años que han pasado, extraño y recuerdo día a día, a ustedes donde quiera que estén les dedico este pequeño trabajo.*

*A mis tíos*

**Roberto, Luciano, Teresa, Xavier, Gloria, Pilar, Alfredo, Mario y Rosa**, por haberme tendido siempre la mano en tiempos adversos y estar ahí siempre que los necesite, no se como agradecer todo lo que han hecho mi y mi familia. Mil Gracias Como olvidar a mi tía **Elena, Chencho** quienes siempre nos abrieron los brazos en los buenos y malos momentos

*A todos mis primos sin excepción pero sobre todo a los pequeños, Julián, Carlos, Gustavo, Janette, Lucero, Mariana, Leonel y Narciso, recordándoles que el camino tiene muchos obstáculos pero si se lo proponen y se esfuerzan un poco podrán llegar a la meta.*

*A mis sobrinas*

**Ángela, Carla, Circe y Teresita**, a quienes no veo con mucha frecuencia pero al verlas recuerdo cuando sus pares jugaban con nosotros y **Abril** quien a llegado a ser una gran alegría dentro de nuestro hogar.

*A mis más grandes amigos*

**Roberto Govea Rueda**, con quien he compartido muchos triunfos y derrotas pero de los cuales siempre hemos salido victoriosos. Gracias Rover por nuestra amistad.

**Miriam Sánchez Mata**, con quien he vivido momentos de alegría que no podré olvidar jamás y quien ha sido un gran ejemplo en lo profesional

*A mi novia.*

**Miriam Sánchez Mata**, a quien amo y con quien deseo estar todo el tiempo que me resta de vida. Gracia Miriam por estar siempre a mi lado.

*A todos mis amigos.*

Con quienes he compartido gran parte de este sueño, el ser Veterinario, y a quienes recordare y tendré siempre dentro de mi corazón

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b> .....	I
<b>LISTA DE CUADROS Y FIGURAS</b> .....	II
<b>RESUMEN</b> .....	III
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Marco contextual .....	1
1.1.1 Situación actual de la avicultura en México .....	1
1.1.2 Situación actual de la industria de alimentos balanceados en México .....	1
1.2 Marco conceptual .....	2
1.2.1 Sistemas de alimentación .....	2
1.2.2 Proteínas .....	4
1.2.2.1 Digestión de las proteínas .....	5
1.2.3 Aminoácidos .....	5
1.2.3.1 Aminoácidos sintéticos .....	6
1.2.3.2 Digestibilidad de los aminoácidos .....	7
1.2.4 Niveles de proteína .....	9
1.2.4.1 Dietas bajas en proteína .....	10
1.2.4.2 Alimentación de pollos de 1 a 21 días de edad .....	11
1.2.4.3 Alimentación de pollos de más de 22 días de edad .....	12
1.2.5 Reducción de nitrógeno .....	13
1.2.6 Proteína ideal .....	14
1.2.7 Factores que afectan la digestibilidad .....	15
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	17
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	17
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	18
4.1 Localización del experimento .....	18
4.2 Experimento 1 .....	18
4.3 Experimento 2 .....	19
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	24
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	31
<b>7. LITERATURA CITADA</b> .....	41

## LISTA DE CUADROS.

<b>Cuadro 1</b>	Contenido de aminoácidos esenciales y valores de digestibilidad verdadera de aminoácidos en la harina de carne (Experimento 1) .....	25
<b>Cuadro 2</b>	Composición de las dietas experimentales del tratamiento 1 .....	32
<b>Cuadro 3</b>	Composición de las dietas experimentales del tratamiento 2 .....	33
<b>Cuadro 4</b>	Composición de las dietas experimentales del tratamiento 3 .....	34
<b>Cuadro 5</b>	Composición de las dietas experimentales del tratamiento 4 .....	35
<b>Cuadro 6</b>	Resultados de ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión en pollos de 0 - 7 días .....	36
<b>Cuadro 7</b>	Datos de las variables ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión en pollos de 0 - 21 días. ....	36
<b>Cuadro 8</b>	Resultados de ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión en pollos de 0 - 35 días .....	37
<b>Cuadro 9</b>	Promedios de las variables ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión y en pollos de 0 - 42 días. ....	37
<b>Cuadro 10</b>	Resultados de ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión, peso de la canal y contenido de grasa abdominal en pollos de 0 - 49 días .....	38

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	Ganancia de peso por fase en los diferentes sistemas de alimentación .....	39
<b>FIGURA 2</b>	Conversión en los diferentes sistemas de alimentación .....	39
<b>FIGURA 3</b>	Ganancia de peso (g) de dietas formuladas con base en aminoácidos digestibles y en aminoácidos totales .....	40
<b>FIGURA 4</b>	Conversión promedio en dos tipos de formulación, aminoácidos digestibles y aminoácidos totales .....	40

## RESUMEN

Olivares Tlacomulco Oscar Ismael EVALUACIÓN DE DOS PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS DE ENGORDA CON DIETAS FORMULADAS BAJO EL CONCEPTO DE PROTEÍNA IDEA. Bajo la dirección de MVZ MSc. Ernesto Ávila González y MVZ Roberto Santiago Gómez.

Con objeto de evaluar en pollos de engorda su comportamiento productivo al ser alimentados con dietas suplementadas con hanna de carne formuladas bajo el concepto de proteína ideal, se realizaron 2 experimentos. En el Experimento 1, se determinó la digestibilidad verdadera de los aminoácidos (a.a.) esenciales de la harina de carne en gallos Leghorn por medio del método de alimentación precisa. Los valores de digestibilidad de los aminoácidos para la harina de carne fueron del 77% promedio (metionina 74%, met + cis 66%, lisina 81%, treonina 75%, arginina 83%, isoleucina 82%, leucina 82% y valina 76%). El Experimento 2, se realizó con 420 pollitos mixtos de un día de edad de la estirpe Ross provenientes de una incubadora comercial. Los pollos se distribuyeron en un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial 2 x 2 (un factor fueron tres o cuatro fases de alimentación y el otro la formulación de las dietas en base a aminoácidos digestibles o totales). Cada tratamiento (dietas), con tres réplicas de 35 aves por cada una. Los pollos fueron alimentados ad libitum de 0 a 49, para cada fase se emplearon dietas con base en sorgo, pasta de soya, gluten de maíz y hanna de carne, y se adicionaron los a.a. sintéticos lisina, metionina, treonina, y arginina bajo el concepto de proteína ideal. En el tratamiento 1 se ofrecieron dietas con tres fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos digestibles; en el tratamiento 2 dietas con tres fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos totales; en el tratamiento 3 dietas con cuatro fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos digestibles y en el tratamiento cuatro se ofrecieron dietas con cuatro fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos totales. Los tratamientos 1 y 2 fueron alimentados en la 1<sup>ra</sup> fase (iniciador) 0 a 21 días, 2<sup>da</sup> fase (crecimiento) de 21 a 35 días y 3<sup>ra</sup> fase (finalizador) de 35 a 49 días. Los tratamientos 3 y 4 se alimentaron en la 1<sup>ra</sup> fase (preiniciador) 0 a 7 días, 2<sup>da</sup> fase (iniciador) de 7 a 21 días, 3<sup>ra</sup> fase (crecimiento) de 21 a 35 días y la 4<sup>ta</sup> fase (finalizador) de 35 a 49 días. Los resultados a los 49 días, indicaron que la ganancia de peso y la conversión alimenticia en los tratamientos con tres fases de alimentación eran mejores estadísticamente ( $P < 0.05$ ) que los de cuatro fases de alimentación. En la ganancia de peso y el índice de conversión no hubo diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) en tipos de formulación, aunque se observó tendencia (5 a 6 semanas) a ser mejor la formulación con base a aminoácidos digestibles que con aminoácidos totales. En cuanto al peso de la canal resultó mejor ( $P < 0.05$ ) en los tratamientos con tres fases de alimentación y tendió a ser mejor para los tratamientos formulados en base a aminoácidos digestibles. El depósito de grasa abdominal resultó menor ( $P < 0.05$ ) en los tratamientos con cuatro fases de alimentación y similar entre los sistemas de formulación. Los resultados de este estudio indicaron una digestibilidad verdadera de los aminoácidos de la harina de carne, similar a la informada en tablas mexicanas. Los programas de alimentación de tres fases fueron mejores que los de cuatro fases. La formulación de dietas con base en aminoácidos digestibles para pollos de engorda tendió a ser superior que con base en aminoácidos totales.

# **EVALUACIÓN DE DOS PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS DE ENGORDA CON DIETAS FORMULADAS BAJO EL CONCEPTO DE PROTEÍNA IDEAL.**

## **1. INTRODUCCION.**

### **1.1 MARCO CONTEXTUAL.**

#### **1.1.1 Situación actual de la Avicultura en México.**

La Avicultura en México se ha incrementado año con año, siendo hoy en día un área del sector pecuario muy importante. En los últimos 5 años, la participación en el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario incrementó anualmente 5.2%. El sector avícola participa con el 54% de la producción pecuaria; el 29% lo aporta el pollo, 30% el huevo y 2% el pavo. Generando con esto 840 000 empleos, de los cuales 140 000 son directos y 700 000 indirectos<sup>1</sup>.

La Avicultura en México llegó en 1999 a producir 1.89 millones de toneladas de carne de pollo con un valor de 25, 920 millones de pesos y alcanzando un consumo per cápita de 18.2 kg en 1999<sup>1</sup>.

#### **1.1.2 Situación actual de la industria de alimentos balanceados en México.**

La industria avícola en el año de 1999 consumió 10.3 millones de toneladas de granos forrajeros y pastas oleaginosas entre otros ingredientes. En los últimos 5 años el consumo de insumos agrícolas creció a un ritmo anual de 3.4%, siendo así la principal industria transformadora de proteína vegetal a proteína animal<sup>1</sup>. La distribución de alimentos balanceados en nuestro país en las diferentes especies domésticas es similar a otros países, dándose el mayor consumo por la avicultura y la porcicultura<sup>2</sup>.

Dado que la alimentación es un factor muy importante en el crecimiento del pollo de engorda y representa el mayor porcentaje del costo de producción (70 al 80%) de carne y huevo; las dietas no sólo deberán ser adecuadas desde el punto de vista nutricional, sino también producir en el menor costo posible un Kg de carne o de huevo, por lo tanto se deben buscar nuevas técnicas de alimentación para poder reducir estos costos <sup>3,4</sup>

## **1.2 MARCO CONCEPTUAL.**

### **1.2.1 Sistemas de alimentación.**

En un sistema de alimentación para producción de pollos de engorda, como para cualquier otra especie de animales domésticos se debe tomar en cuenta el conocimiento de cuatro factores importantes y fundamentales que son Los programas de alimentación, las etapas o fases de alimentación, los requerimientos nutricionales y la utilización de ingredientes<sup>5</sup>.

Los sistemas o programas de alimentación , son las diferentes formas en que los alimentos son suministrados a las aves a fin de suplementar los requerimientos nutricionales, para un máximo de producción. En el pollo de engorda es muy difícil presentar una recomendación general para el suministro de las diferentes tipos de dietas Estos programas presentan divisiones llamadas etapas o fases de alimentación que realiza el nutriólogo en base a procesos fisiológicos, metabólicos y tiempo, con el objetivo final de dar al ave los nutrientes necesarios evitando sobrealimentación y desperdicios <sup>6</sup>

En la alimentación de pollos de engorda las etapas o fases de alimentación son muy variadas y dependen del objetivo final que se le dará al pollo, el peso que se

requiere al mercado y la presencia o no de problemas metabólicos. Cada etapa de vida tiene un requerimiento especial de nutrimentos y una capacidad de utilización de ingredientes alimenticios <sup>6</sup> En las zonas donde existen pequeños o medianos productores de pollos de engorda, que no elaboran su alimento, las fábricas de alimento usan dos fases de alimentación, un iniciador de 0 a 4 semanas y un finalizador de la quinta semana al mercado, lo cual provoca una disminución en el costo de producción en las plantas de alimento, pero trae consigo una deficiencia en la calidad nutricia hacia las aves <sup>7</sup>

En la mayoría de los programas de alimentación existen diferencias en cuanto a su destino, machos, hembras o pollos mixtos, sin embargo para todos ellos, las dietas son descritas en términos de proteína y energía, no existiendo mucha diferencia para los otros nutrimentos <sup>6</sup>.

Uno de los procedimientos más comunes, es el incremento del número de dietas proporcionadas durante el desarrollo de los pollos. En la década de los setenta, eran utilizadas básicamente dos dietas, una dieta inicial, para pollos de 1 a 28 días de edad; y otra final, para pollos de 29 a 56 días de edad <sup>8</sup>. En la década de los ochenta el NRC surgiere tres dietas, una para pollos de 1 a 21 días; otra para pollos de 21 a 42 días; y una última, para pollos de 42 a 56 días de edad <sup>9</sup>. En este momento se propone a las empresas, la introducción de una dieta preinicial para pollos de 1 a 7 días de edad con el fin de administrar a los pollos un programa de alimentación adecuado, de mejor calidad y con un bajo nivel de energía metabolizable, por la baja digestión y absorción de grasa que se presenta en este periodo, pudiéndose mejorar el metabolismo de los nutrientes requeridos <sup>10</sup>

### 1.2.2 Proteína.

Los insumos proteicos son aquellos ingredientes que en su composición química aportan más de un 20% de proteína, donde podemos incluir a subproductos de origen animal que se obtienen de actividades de sacrificio de los rastros, de esquiimos de la industria que procesa alimentos de origen marino para consumo humano y subproductos de origen lácteo <sup>11</sup>. Otro grupo de insumos proteicos, son aquellos ingredientes de origen vegetal que se obtienen como subproductos de la industria aceitera, pudiéndose obtener con la ayuda de solventes orgánicos o mediante mecanismos como la prensa hidráulica, los subproductos que son procesados de esta manera son llamados pastas <sup>12</sup>

El termino proteína proviene de la palabra griega proteos, el cual significa "primero" o "el más importante", ya que esta se encuentra en todas las células vivas, es constituyente principal de los órganos, por lo tanto el animal requiere de una provisión abundante para su crecimiento y mantenimiento constantemente durante toda la vida <sup>3,13</sup>. Las proteínas son moléculas gigantes formadas por unidades más simples a las cuales es les conoce como aminoácidos, que están unidos entre si por enlaces peptídicos formando cadenas largas <sup>3</sup>

Las proteínas, en conjunto con las grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua, tienen participación en distintas funciones orgánicas, siendo una de las más importantes la formación estructural <sup>14</sup>.

Las proteínas tienen un contenido relativamente constante de elementos, entre los que podemos encontrar están el carbono (50-55%), hidrógeno (5-8%), oxígeno (20-25%), nitrógeno (15-17%), azufre (1-3%), fósforo (0.2-1.5%) y hierro <sup>14,15</sup>.

### 1.2.2.1 Digestión de las proteínas.

Las proteínas al ser consumidas por las aves son procesadas por los diferentes órganos, primeramente son desdobladas por las enzimas del proventrículo (HCl y pepsina), siguiendo las enzimas pancreáticas a nivel del duodeno (tripsina, quimiotripsina y carboxipeptidasa), después las del jugo intestinal y por último recibir una pequeña degradación microbiana por enzimas bacterianas presentes en los ciegos<sup>3</sup>. Teniendo estos procesos digestivos el objetivo de degradar a las proteínas hasta sus componentes más simples, los aminoácidos, para que sean absorbidos y utilizados para la síntesis de proteína corporal. En exceso los aminoácidos (a.a.) se desaminan por el hígado y el nitrógeno se puede utilizar para sintetizar a.a. no esenciales o solo eliminarse en forma de ácido úrico por orina<sup>3</sup>. El nitrógeno siempre es necesario en cierta cantidad y proviene de los a.a. no esenciales y se tienen que suministrar las cantidades suficientes de carbohidratos. Si la cantidad de a.a. no esenciales es insuficiente, los a.a. esenciales serán utilizados por el organismo como fuente no específica de nitrógeno<sup>16</sup>

### 1.2.3 Aminoácidos

Los aminoácidos (a.a.) son las unidades estructurales básicas de las proteínas y como su nombre lo indica presentan un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ), un grupo carboxilo ( $-\text{COOH}$ ), un átomo de hidrógeno y un grupo distintivo "R". Los a.a. están unidos por un enlace peptídico a través del grupo amino de un a.a. y el grupo carboxilo del otro, llegando a formar un polipéptido de cadena larga (estructura primaria),

posteriormente estos polipéptidos forman la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria, hasta llegar a formar la proteína misma <sup>13</sup>

Son 22 los aminoácidos que se encuentran con mayor incidencia en la alimentación de las aves, los cuales son clasificados como: esenciales, semiesenciales y no esenciales <sup>3,13</sup>. Estos últimos, sintetizados por las células y por lo tanto no necesitan estar presentes en la dieta, no así los a.a. esenciales que no son sintetizados y tienen que ser suministrados en la dieta; sin embargo todos los a.a. son esenciales a nivel metabólico <sup>17</sup>

#### **1.2.3.1. Aminoácidos sintéticos.**

A nivel mundial la producción comercial de aminoácidos sintéticos empleados en la industria de alimentos balanceados para animales llega a 700,000 toneladas anuales aproximadamente, siendo un 90% de la producción, las ventas de metionina y lisina, teniéndose expectativas de un aumento continuo <sup>18</sup>

En nuestro país se pueden obtener desde hace varios años a nivel comercial y en forma rentable para su uso en la industria de alimentos balanceados, las formas cristalinas de treonina, metionina y lisina, estos dos últimos son considerados como los principales a.a. limitantes en las dietas de aves y cerdos, a base de sorgo o maíz como fuentes de energía y la pasta de soya como fuente principal de proteína <sup>19</sup>.

En la actualidad los aminoácidos cristalinos (lisina, metionina y treonina), son mucho más económicos y los requerimientos para cada aminoácido han sido estudiados y referidos, los nutriólogos fundamentan hoy en día la formulación de dietas en las necesidades individuales de aminoácidos del pollo en crecimiento, ya

que formulando dietas solo con ingredientes naturales para satisfacer el 1<sup>er</sup> a.a. limitante, tendrán un exceso de varios a.a. dispensables e indispensables. Aún cuando se ha estudiado por varios años la utilización de a.a. cristalinos en las dietas y los niveles de a.a. requeridos<sup>20</sup>, para disminuir la proteína cruda, sigue existiendo duda de cuales a.a. son limitantes cuando la proteína de la dieta se reduce.

En un principio las dietas tanto de cerdos como de aves, se formulaban con base en el contenido de proteína cruda de los ingredientes<sup>21</sup>. Posteriormente con la producción de aminoácidos sintéticos en forma cristalina a nivel comercial, se han utilizado ciertos niveles totales de a.a. esenciales para cubrir las necesidades específicas de las aves y de los cerdos. Sin embargo, el conocimiento que se tenía de la composición de los ingredientes con base en a.a. totales era insuficiente para formular dietas de alto nivel nutricional, ya que las cantidades que están presentes en los ingredientes frecuentemente son menores a la cantidad total de estos nutrientes presentes en los diferentes alimentos<sup>5</sup>.

### **1.2.3.2 Digestibilidad de aminoácidos.**

A través de estudios *in vivo* y estudios *in vitro* se ha logrado conocer y establecer la digestibilidad para cada uno de los a.a. esenciales, en la mayoría de los ingredientes utilizados en la formulación práctica de las aves domésticas<sup>22</sup>.

Los métodos *in vitro*, pueden dividirse en tres grupos: 1. pruebas químicas, consisten en detectar lisina disponible<sup>23</sup>, 2. uso de colorantes que se unen a las cadenas laterales de los a.a. básicos<sup>24,25,26</sup>, y 3. digestión con enzimas tanto microbianas como provenientes de animales superiores<sup>27</sup>. Sin embargo en la

actualidad no es posible duplicar la complejidad de los procesos de digestión y absorción con la metodología *in vitro*, principalmente en lo que se refiere al aporte endógeno de los a.a. durante los procesos digestivos en el animal<sup>22</sup>.

Los métodos *in vivo* se agrupan básicamente en; estudios de digestibilidad y pruebas de crecimiento<sup>5</sup>. Con respecto a las aves, la metodología más común para analizar la digestibilidad de los a.a. ha sido la alimentación forzada en gallos adultos<sup>28</sup> y cecotomizados<sup>29</sup>.

Al formular una dieta se deben considerar las variaciones en la digestibilidad de los a.a. en las materias primas. Teniendo en cuenta que los contenidos totales de a.a. en los cereales más utilizados en la formulación de dietas como maíz y sorgo son bajos, pero sus coeficientes de digestibilidad verdadera son muy constantes, algunos ingredientes; pueden tener mayores variaciones por su tipo de fibra como la pasta de canola, pasta de girasol etc, o por el efecto del procesado como en el caso de los productos de origen animal (harina de carne y hueso, harina de pluma, harina de pescado, etc.)<sup>30,31</sup>.

Las harinas de carne y hueso pueden tener alta cantidad de proteína, pero es cierto que esta puede variar enormemente<sup>32</sup>, esta disminución en la calidad de proteína esta dada por varios factores entre los más importantes encontramos a, el alto contenido de cenizas<sup>33</sup>, la temperatura<sup>34</sup> y presión en el procesamiento<sup>35</sup>, pudiendo con esto alterar el contenido proteico de las harinas de productos de origen animal.

La investigación en los últimos años ha revelado que el valor nutricional de la formulación en dietas para aves, puede mejorar considerando la digestibilidad de los a.a. en los ingredientes. Con base en esto se conoce la importancia de los a.a.

digestibles y desarrollan fórmulas específicas y lineamientos de formulación que permiten un mejor avance en la producción avícola<sup>22,36,37</sup>.

#### **1.2.4 Niveles de proteína.**

Distintas compañías han contribuido a la producción de a.a., por lo que día a día existe la posibilidad de incrementar la incorporación de estos compuestos en la formulación de alimentos balanceados, con esto se abren grandes posibilidades en lo que respecta a fuentes alternas de proteína<sup>38</sup> Emplear ingredientes de baja calidad proteica anteriormente no era posible en la alimentación avícola<sup>39</sup>, pero en la actualidad la incorporación de a.a. cristalinos a la formulación de alimento para aves y cerdos, ha simplificado la elaboración de las dietas en términos de los ingredientes usados y el grado de precisión deseado, logrando una mejor calidad proteica en ellos<sup>40</sup> La calidad de los alimentos proteicos ha sido relacionada con la cantidad de a.a. esenciales que contienen. En las dietas convencionales para aves y cerdos se emplea pasta de soya como el más importante ingrediente proteico conjuntamente con el maíz o sorgo como fuente energética, logrando un perfil de a.a. específico, generado por la combinación complementaria de los a.a. aportados por los ingredientes de la dieta, sin embargo existe la posibilidad de que ese perfil sea mejorado con fuentes alternas de proteína como gluten de maíz, harina de pescado, harina de carne etc. y/ o a.a. cristalinos para cubrir las *necesidades requeridas por los pollos*<sup>19,41</sup> Una alternativa para reducir costos de producción y mejorar la productividad es la formulación de dietas con un contenido bajo en proteína empleando el concepto de proteína ideal<sup>42</sup>

#### 1.2.4.1 Dietas bajas en proteína

Los estudios con la utilización de a.a. cristalinos han permitido la reducción de la concentración de proteína en los alimentos<sup>43</sup>. Desde hace varios años, se han reducido de manera general el nivel de proteína en las dietas comerciales destinadas a la alimentación de aves y cerdos, siempre y cuando se garantice la concentración del primer y/ o segundo a.a. limitante<sup>44</sup>

La tendencia actual es la de seguir reduciendo todavía más la concentración de proteína , ante la disponibilidad de un mayor número de a.a. que se encuentran en el mercado y que podrían ser empleados en la industria de alimentos balanceados. Esto se ha demostrado en diferentes experimentos, en los cuales se ha podido igualar el nivel productivo de los animales alimentados con dietas altas en proteína, con los animales que han recibido menos puntos porcentuales de nutrientes en el alimento<sup>45</sup>

A pesar que desde el punto de vista de protección ambiental es correcto reducir el nivel de excreción de nitrógeno, además, desde el punto de vista económico es mejor, ya que reduce los costos involucrados en la formulación con niveles excesivos de proteína en la dieta, siendo esencial que esta se formule de tal manera que logre un desarrollo de la canal y un desempeño óptimo. Debido a que el costo de los a.a. cristalinos ha disminuido, ya es una realidad la suplementación de las dietas con numerosos a.a.<sup>20</sup>

#### **1.2.4.2 Alimentación de pollos de 1 a 21 días de edad.**

Se han realizado estudios que han demostrado que las dietas bajas en proteína y deficientes en a.a. producen una depresión del rendimiento e incrementan la grasa de la canal. Los reportes han sugerido que la metionina, lisina, treonina y arginina son suplementos necesarios<sup>20,46</sup>.

Como es de esperarse la suplementación de metionina a dietas bajas en proteína produjo un crecimiento lento en los pollos, en comparación con los que recibieron alto contenido en proteína. La suplementación con lisina no fue capaz de incrementar el peso a los niveles logrados por las aves que consumieron una dieta rica en proteína, pero la suplementación de lisina mejoró la eficiencia alimenticia de tal manera que la depresión de la ganancia de peso pareció ser el resultado de un menor consumo de alimento<sup>47</sup>. En contraste con Parr y Summers<sup>48</sup> reportaron una mayor ganancia, consumo de alimento y eficiencia alimenticia cuando las aves recibieron una dieta baja en proteína pero suplementada con metionina y lisina en comparación con los animales que fueron alimentados con las dietas testigo. Moran et al,<sup>46</sup> sugirieron que la suplementación adicional de arginina o treonina, respectivamente, parece corregir la deficiencia de a.a., permitiendo un desempeño similar de los pollos al de los que recibieron la dieta testigo, sin embargo aun cuando los pesos fueron similares, el depósito de grasa abdominal fue mayor y el peso de la carne de la pechuga fue menor en los pollos alimentados con dietas bajas en proteína y suplementadas con a.a.

### 1.2.4.3 Alimentación de pollos de más de 22 días de edad.

Estudios realizados con una reducción en los niveles de proteína de la dieta al 18%, se evaluaron con suplementos de metionina y la lisina, reportando que el desempeño de los pollos que recibieron esta dieta tuvieron un desempeño que varió dentro de un rango de 2% respecto al logrado por los pollos que recibieron la dieta rica en proteína<sup>46,49</sup>, mientras que en otro estudio se suplementó con metionina, lisina y treonina, reportando que el desempeño difirió solo en un 3% cuando se suplementó con estos tres a.a.<sup>46</sup>, sin embargo el depósito de grasa abdominal fue un 15 % mayor y la carne total de la pechuga fue un 4% menor en los pollos que recibieron la dieta baja en proteína suplementada con a.a. Reportes similares en pollos de engorda que recibieron 14% de proteína suplementando con metionina, lisina, treonina, cistina, arginina, triptofano, valina e isoleucina, tuvieron un desempeño similar al de los pollos alimentados con una dieta que contenía 20% de proteína, pero depositando mayores cantidades de grasa abdominal<sup>50</sup>.

De igual forma en la realización de otros experimentos para determinar si era factible reducir el nivel de proteína en dietas para pollos de engorda en dos etapas de su ciclo productivo, durante la etapa de iniciación (0-3 semanas) se utilizó una dieta con el 19% de proteína, lo cual significó reducir en cuatro puntos porcentuales el nivel sugerido por el NRC, la dieta baja en proteína ubicó como a.a. limitantes a la metionina y la lisina, en menor grado arginina, valina y treonina, con ello se demostró que la respuesta productiva de los pollos fue similar con ambas dietas experimentales. En lo que corresponde a la etapa en crecimiento de los pollos (3 a 6 semanas de edad) se evaluó el nivel de proteína (20%)

recomendado por el NRC <sup>41</sup>, contra la respuesta de las aves que recibieron una dieta con 16% de proteína, reportando que no se presentan diferencias en la productividad de los pollos entre ambos tratamientos<sup>45</sup>

Sin embargo no todas las pruebas realizadas al respecto son favorables, cuando se han realizado pruebas con niveles bajos en proteína, como lo demuestran evaluaciones realizadas con dietas de maíz con pasta de soya, se ha fracasado al intento en optimizar el nivel de proteína en la dieta y compensarla de otras formas que no sea a partir de ingredientes tradicionales, en específico cuando se han permitido sustituir más de cuatro puntos porcentuales del porcentaje de proteína sugiendo<sup>51</sup>

De igual forma en pollos alimentados con dietas bajas en proteína (15%) después de los 42 días de edad, y suplementadas con metionina y lisina, el consumo de alimento fue mayor, pero la ganancia de peso y eficiencia alimenticia fueron inferiores a las de los pollos alimentados con una dieta con 18% de proteína, aunado a esto los pollos alimentados con bajo contenido proteico presentaron una mayor deposición de grasa<sup>52,53</sup>

### **1.2.5 Reducción de nitrógeno.**

Además de las consideraciones en el desempeño biológico y económico, la compatibilidad del ambiente es cada vez más importante en la producción animal. Dado que la producción avícola crece aceleradamente, el excremento producido no tiene lugar donde poder depositarlo, ya que puede provocar un aumento en la concentración de nitrógeno en las aguas superficiales y subterráneas provocando una contaminación en gran magnitud, siendo con esto necesario disminuir la

eliminación de nitrógeno causado por las aves. Dos formas de disminuir la excreción de nitrógeno son el prevenir la alimentación con niveles elevados de proteína en las dietas formulando de acuerdo a los requerimientos y la administración de un mejor balance de proteína en la dieta, lo cual implica el mejoramiento de la digestibilidad y disponibilidad de los a.a.<sup>20</sup>. Reportándose en cerdos que por cada punto porcentual de disminución en la concentración de la proteína cruda dietaria, la excreción de nitrógeno en las heces disminuye en un 8.4%, lo que puede representar un ambiente menos cargado de amoníaco y con esto poder aumentar en un 15% la ganancia en el peso<sup>54</sup>.

#### **1.2.6. Proteína ideal.**

Recientemente se ha desarrollado un nuevo sistema de formulación sustentado en un concepto llamado "proteína ideal" teniendo como objetivo fundamental optimizar los a.a. indispensables en la alimentación práctica de las aves, para ofrecer exactamente los requerimientos para la síntesis de proteína y su mantenimiento sin caer en una deficiencia y exceso, pretendiendo que la elaboración de dietas balanceadas se sustente considerando a los aportes de los ingredientes y requerimientos del ave en un perfil de a.a. digestibles, siendo estos indispensables para la aplicación práctica de la formulación a proteína ideal<sup>21</sup>

En teoría el concepto de proteína ideal, pretende desarrollar formulas alimenticias que sostengan el requerimiento del mayor número posible de a.a. digestibles propuesto en un modelo constante, pero en las condiciones actuales parecería difícil, sin embargo, es factible aproximarse a él, esto por medio de las combinaciones de fuentes de proteína distintas a las convencionales y una mayor

incorporación de aminoácidos cristalinos disponibles en el mercado, de tal suerte que se pueda disminuir el exceso de a.a. esenciales en el alimento<sup>55</sup>. El concepto de proteína ideal usa a la lisina como el a.a. de referencia, expresándose los requerimientos de los otros a.a. indispensables como porcentaje de la lisina digestible<sup>56</sup>.

La lisina se selecciona como el aminoácido de referencia por tres principales razones<sup>57</sup>:

1. El análisis en el alimento, es simple y directo a diferencia de los aminoácidos azufrados.
2. Cuando es absorbido solo es utilizado para la síntesis de tejido tisular
3. Existe una gran información sobre las necesidades de lisina bajo una gran variedad de dietas, medio ambiente y composiciones del cuerpo

Otros autores mencionan que la lisina se utiliza a parte de los tres puntos anteriores, porque es el primer aminoácido limitante en la mayoría de las dietas para cerdos y el segundo en el caso de las aves, y porque en la actualidad se encuentra disponible económicamente en forma cristalina<sup>31</sup>

### **1.2.7 Factores que afectan la digestibilidad.**

En México existe información sobre el aporte de a.a. digestibles en las materias primas convencionales<sup>58</sup>. Sin embargo a pesar de que se tiene esta información se tiene que considerar que existen algunos factores que afectan la digestibilidad en algunas materias primas. Los procesos tecnológicos empleados en la fabricación de la harina de carne y el tipo de materia prima, afectan la digestibilidad. Se reporta una enorme variación en la digestibilidad para la lisina y la cistina entre 69

a 88% y 37 a 72% respectivamente en diferentes muestras de harina de carne y hueso, con diferentes cantidades de cenizas<sup>30</sup>

Con estos antecedentes, se realizó el presente estudio a fin de conocer la digestibilidad primero de los aminoácidos de la harina de carne y posteriormente su empleo en la formulación de dietas para pollos con base en aminoácidos totales o digestibles.

### **1.3 Hipótesis**

- La formulación de dietas en base a sorgo más pasta de soya complementadas con harina de carne bajo el concepto de proteína ideal con cuatro fases de alimentación, mejora la ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y calidad de la canal, respecto a una alimentación con tres fases.
- La formulación de dietas en base a sorgo más pasta de soya complementadas con harina de carne formuladas con base en aminoácidos digestibles bajo el concepto de proteína ideal, produce mejores parámetros productivos que en dietas formuladas con base en aminoácidos totales

### **1.4 Objetivos.**

- Determinar si un programa con cuatro fases de alimentación tiene mejores parámetros productivos y mejor calidad de la canal al final del ciclo de producción, respecto a un programa con tres fases de alimentación en pollos de engorda
- Determinar si una dieta formulada con base en aminoácidos digestibles bajo el concepto de proteína ideal, tiene mejores parámetros productivos que dietas formuladas con base en aminoácidos totales

## **2 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1 Localización de los Experimentos.**

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El cual está localizado en Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D F , a una altitud promedio de 2235 m. s n m., entre los paralelos 19° 17' 30" latitud Norte y longitud Oeste entre 98° 57' 30" bajo un clima templado subhúmedo. con bajo grado de humedad; siendo Enero el mes más frío y Mayo el mes más caluroso, con una temperatura media anual de 16°C y una precipitación pluvial media de 600 a 800 m.m. <sup>59</sup>.

### **2.2 Experimento 1.**

Para determinar la digestibilidad verdadera de los aminoácidos, se empleó la técnica desarrollada por Sibbald 1976<sup>60</sup>, modificada por Likuski y Dorell 1978<sup>61</sup>. Se utilizaron 8 gallos blancos Leghorn de cresta simple de 25 semanas de edad con un peso promedio de 1570 ± 122 g. Los gallos se alojaron en jaulas individuales de acero inoxidable; se colocó debajo de cada jaula una charola forrada con plástico para coleccionar las excretas. Antes de iniciar la prueba los animales fueron sometidos a un ayuno de alimento por 24 horas, finalizado éste se les administró exactamente a 4 gallos por consumo forzado, 30 g de la harina de carne a cada uno. Después de 48 horas se retiraron las excretas y se deshidrataron al medio ambiente; las muestras coleccionadas ya secadas se unieron por cada dos gallos,

dejándose a temperatura ambiente para su equilibrio en humedad y se procedió a su correspondiente análisis (aminograma)

Para medir los a.a endógenos excretados se utilizaron 4 gallos, a los cuales también se les recogieron las excretas en 48 horas; todo con el fin de hacer las correcciones de excreción endógena de a.a. y de esta manera conocer la digestibilidad verdadera de los a a , mediante la siguiente fórmula

$$DVAA = \frac{AA \text{ consumidos} - (AA \text{ excretados} - AA \text{ ex endógena})}{AA \text{ consumidos}} \quad \text{Likuski y Dorell ,1978}^{61}$$

Análisis de aminoácidos.

El procedimiento para el análisis de a.a del ingrediente (Cuadro 1) y las excretas de los gallos fue realizado por Degussa, S.A quienes utilizaron, oxidación e hidrólisis ácida de los aminoácidos azufrados e hidrólisis ácida para el resto de los aminoácidos; no se efectuó hidrólisis alcalina para la determinación de triptófano

### 2.3 Experimento 2

Se realizó en una caseta de ambiente natural que cuenta con corrales en piso, teniendo una medida de 2 x 2 , donde se alojaron 420 pollitos mixtos de un día de edad de la estirpe Ross provenientes de una incubadora comercial. Los pollos fueron distribuidos en 4 tratamientos con 3 réplicas cada uno, formando grupos de 35 aves por réplica. Cada unidad de piso estuvo equipada con una criadora

infrarroja calentada por gas, un bebedero de campana, un comedero de tolva, un comedero de charola para iniciación, un bebedero de vitrolero de iniciación, un rodete de lámina galvanizada y viruta de pino. También se contó con una báscula con capacidad de 150 kg

Se aplicó a las aves un calendario de vacunación que consistió en la aplicación de una vacuna contra la enfermedad de Marek al día de edad y a los 10 días de edad la vacuna contra la enfermedad de Newcastle emulsionada (vía subcutánea) cepa B1; así como, una vacuna de virus vivo atenuado (vía ocular) cepa La Sota.

La crianza se realizó en piso, el agua y el alimento se proporcionó *ad libitum* durante las 7 semanas que duró el experimento

Se empleó un diseño completamente al azar de 4 tratamientos

Tratamiento 1 Dietas con tres fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos digestibles

Tratamiento 2. Dietas con tres fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos totales

Tratamiento 3 Dietas con cuatro fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos digestibles.

Tratamiento 4. Dietas con cuatro fases de alimentación con formulación con base en aminoácidos totales

Los tratamientos con tres fases de alimentación fueron. 1<sup>ra</sup> fase (iniciador) 0 a 21 días, 2<sup>da</sup> fase (crecimiento) de 21 a 35 días y 3<sup>ra</sup> fase (finalizador) de 35 a 49 días (Cuadros 2 y 3).

Los tratamientos con cuatro fases de alimentación fueron: 1<sup>ra</sup> fase (preiniciador) 0 a 7 días, 2<sup>da</sup> fase (iniciador) de 7 a 21 días, 3<sup>ra</sup> fase (crecimiento) de 21 a 35 días y la 4<sup>ta</sup> fase (finalizador) de 35 a 49 días (Cuadros 4 y 5)

Para cada fase se emplearon dietas con base en sorgo, soya, gluten de maíz y harina de carne (a este último ingrediente se le realizó un aminograma y se determinó previamente en el Experimento 1 a la harina de carne los valores de digestibilidad verdadera de los AA en gallos, con las otras materias primas se emplearon los valores publicados de AA digestibles de Mariscal et al, 1995<sup>58</sup>) En todas las dietas se adicionaron los AA sintéticos lisina, metionina, treonina, y arginina para cubrir el perfil de proteína ideal teniendo como guía el indicado por Baker y Han en 1994<sup>57</sup>

A continuación se resumen los perfiles de aminoácidos más limitantes empleados.

Perfil de aminoácidos digestibles 3 fases de alimentación.						
Proteína %	20.00	%	18.04	%	16.01	%
Lisina Dig. %	1.03	100	0.90	100	0.74	100
Arginina Dig. %	1.09	106	0.95	106	0.80	108
Triptofano Dig. %	0.18	17	0.16	18	0.15	20
Treonina Dig. %	0.72	70	0.67	74	0.52	69
Met + Cis Dig %	0.85	82	0.65	72	0.56	75
Perfil de aminoácidos totales 3 fases de alimentación.						
Proteína %	20.00	%	18.00	%	17.52	%
Lisina % total	1.15	100	1.00	100	0.90	100
Arginina % total	1.18	106	1.03	105	1.00	108
Triptofano % total	0.25	17	0.24	18	0.20	20
Treonina % total	0.80	70	0.74	74	0.68	69
Met + Cis % total	0.95	82	0.72	72	0.61	75

Perfil de aminoácidos digestibles 4 fases de alimentación.								
Proteína %	22.00	%	20.00	%	19.83	%	18.62	%
Lisina Dig. %	1.08	100	1.03	100	0.99	100	0.90	100
Arginina Dig. %	1.18	109	1.09	106	1.04	105	0.95	105
Triptofano Dig. %	0.25	23	0.22	21	0.21	22	0.20	22
Treonina Dig. %	0.72	67	0.68	66	0.65	66	0.60	67
Met + Cis Dig %	0.85	79	0.83	81	0.74	75	0.65	72
Perfil de aminoácidos totales 4 fases de alimentación.								
Proteína %	22.00	%	20.00	%	19.00	%	17.50	%
Lisina % total	1.20	100	1.14	100	1.10	100	1.00	100
Arginina % total	1.33	86	1.18	103	1.11	101	1.00	100
Triptofano % total	0.28	23	0.25	22	0.23	21	0.20	21
Treonina % total	0.80	67	0.75	66	0.72	65	0.67	61
Met + Cis % total	0.95	93	0.92	80	0.82	74	0.72	72

### **Variabes productivas.**

El alimento sobrante se colectó y pesó una vez por semana para calcular el consumo de alimento; las aves de cada tratamiento se pesaron y contaron al terminar cada fase de alimentación, para resumir datos de ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión y porcentaje de mortalidad.

Además al concluir el ciclo de engorda, 10 pollos por tratamiento se llevaron al rastro y se les determinó el rendimiento en canal y la deposición de grasa

Los datos de las variables en estudio obtenidos fueron analizados estadísticamente con base a un arreglo factorial 2 x 2, un factor fueron las fases de alimentación y el otro la formulación en base a aminoácidos digestibles o totales.

## RESULTADOS Y DISCUSION.

### Experimento 1

Los valores de aminoácidos totales en la muestra evaluada de harina de carne se presentan en el Cuadro 1. Los valores de digestibilidad verdadera de los a.a. para la harina de carne (Cuadro 1), fueron en promedio 77% y para cada a.a., los siguientes: lisina 81, metionina 75, treonina 75, arginina 83, isoleucina 82, leucina 82 y valina 76.0 %

Los resultados obtenidos de la digestibilidad para la harina de carne comparados con las de la literatura (Cuadro 1) son ligeramente inferiores a los de Mariscal et al.<sup>58</sup> y más bajos que las del NRC en 1994<sup>11</sup>, esta variabilidad puede estar influenciada en gran parte por el valor nutritivo que el fabricante le da al agregar un menor o mayor porcentaje de carne y/ o hueso, el proceso de elaboración y condiciones de almacenaje (temperatura y humedad)

Investigaciones realizadas señalan que el empleo de los coeficientes de digestibilidad de aminoácidos es importante para muchas materias primas que se procesan; por lo anterior la formulación a proteína ideal puede incluir entre sus beneficios, el uso de materias primas de bajo o pobre calidad proteica<sup>22</sup>

**Cuadro 1**  
**Contenido de aminoácidos esenciales y valores de digestibilidad verdadera de aminoácidos en la harina de carne (Experimento 1)**

Aminoácidos %	Digestibilidad			
	%	Experimento	Mariscal et. al 1995 <sup>58</sup>	NRC 1994 <sup>11</sup>
<b>METIONINA</b>	0.42	75	83	85
<b>MET+CIS</b>	0.64	66	73	71
<b>LISINA</b>	1.77	81	78	79
<b>TREONINA</b>	0.97	75	77	79
<b>ARGININA</b>	2.52	83	82	85
<b>ISOLEUCINA</b>	0.81	82	82	83
<b>LEUCINA</b>	1.93	82	82	84
<b>VALINA</b>	1.4	76	81	82
<b>Promedio</b>		<b>77</b>	<b>80</b>	<b>81</b>
<b>Proteína %</b>	<b>39.81</b>	<b>39.81</b>	<b>42 - 43</b>	<b>50 - 54</b>

#### Experimento 2

Los resultados obtenidos en las variables de respuesta a la primera semana de edad se muestran en el Cuadro 6, se puede ver que la ganancia de peso, el consumo de alimento y el índice de conversión fueron similares ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos. Se observó una diferencia numérica, siendo los tratamientos con tres fases de alimentación mejores en promedio que los de cuatro fases de alimentación en ganancia de peso e índice de conversión. En cuanto al promedio de los tratamientos alimentados con formulación en base a aminoácidos digestibles contra aminoácidos totales, resultaron mejores numéricamente los segundos.

En el Cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos a las tres semanas de edad. Para ganancia de peso no se encontró diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos aunque se observa diferencia numérica, destacando que los

tratamientos con tres fases de alimentación resultaron mayores en promedio que los de cuatro fases de alimentación. En cuanto a los pollos alimentados con dietas con base en aminoácidos digestibles y aminoácidos totales, resultaron con mayor ganancia numérica los primeros. Para consumo de alimento e índice de conversión, los tratamientos con tres fases de alimentación resultaron mejores estadísticamente ( $P < 0.05$ ) con respecto los de cuatro fases de alimentación. En cuanto a la formulación en base a aminoácidos digestibles y totales, resultaron iguales estadísticamente pero fueron mejores los datos con aminoácidos digestibles.

Los resultados obtenidos a la quinta semana de edad se muestran en el Cuadro 8. Para ganancia de peso no hubo diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos aunque se observaron diferencias numéricas entre tratamientos, siendo los tratamientos con tres fases de alimentación mejores en promedio que los de cuatro fases de alimentación; respecto al promedio las dietas con aminoácidos digestibles contra aminoácidos totales, resultaron mejores ( $P < 0.09$ ) los primeros. Para consumo de alimento e índice de conversión, los pollos alimentados con cuatro fases de alimentación resultaron mejor estadísticamente ( $P > 0.05$ ) respecto los de tres fases de alimentación. En lo referente a las diferencias entre aminoácidos digestibles y totales, resultaron ser numéricas con diferencia al ( $P < 0.07$ ) en consumo de alimento. Para índice de conversión los tratamientos con dietas con base en aminoácidos digestibles resultaron mejores estadísticamente ( $P < 0.05$ ) a los tratamientos con aminoácidos totales.

Los datos obtenidos de 0 a 6 semanas de experimentación, se muestran en el Cuadro 9. En ganancia de peso se nota que los pollos fueron más pesados con el sistema de formulación en base a aminoácidos digestibles y cuando se implementa el sistema de 3 fases de alimentación ( $P < 0.05$ ). Para consumo de alimento e índice de conversión no existió diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre sistemas de alimentación, ni al tipo de formulación. Aunque se observa diferencia numérica, siendo los tratamientos con tres fases de alimentación mejores en promedio que los de cuatro fases de alimentación y en cuanto al promedio de los tratamientos alimentados con formulación en aminoácidos digestibles contra aminoácidos totales, resultaron mejores numéricamente los primeros.

En el Cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos de 0 a 49 días de edad. En ganancia de peso los tratamientos con tres fases de alimentación fueron mejores estadísticamente ( $P < 0.05$ ) que los de cuatro fases de alimentación. Para consumo de alimento los tratamientos con cuatro fases de alimentación consumieron más ( $P < 0.05$ ) que los alimentados con tres fases de alimentación. En cuanto al índice de conversión no hubo diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre sistemas ni tipos de formulación, aunque se observa diferencia numérica, siendo los tratamientos con cuatro fases de alimentación mejores en promedio que los de tres fases y el promedio de los tratamientos con base en aminoácidos digestibles resultaron mejores que con aminoácidos totales. En cuanto al peso de la canal resultó mejor estadísticamente ( $P < 0.05$ ) en los tratamientos con tres fases de alimentación y numéricamente para los tratamientos formulados con base en aminoácidos digestibles. Pero el depósito de grasa resultó menor estadísticamente ( $P < 0.05$ ) en

los tratamientos con cuatro fases de alimentación y similar entre los tipos de formulación

Los programas de alimentación de tres fases, resultaron en ganancia de peso (figura 1) y conversión alimenticia (figura 2) superior a las de cuatro fases de alimentación. En la actualidad uno de los procedimientos más comunes, es el incremento del número de dietas proporcionadas a los pollos durante su desarrollo. Ya en la década de los setenta, eran utilizadas básicamente dos dietas una inicial, para pollos de 1 a 28 días de edad, y otra final, para pollos de 29 a 56 días de edad<sup>8</sup>. En la década de los ochenta el NRC sugiere tres dietas, una para pollos de 1 a 21 días; otra para pollos de 21 a 42 días; y una última, para pollos de 42 a 56 días de edad<sup>9</sup>. En la actualidad se ha propuesto la introducción de una dieta preinicial para pollos de 1 a 7 días de edad con la finalidad de suministrar a los pollos un programa de alimentación mas exacto, de mejor calidad, teniendo un bajo nivel de energía metabolizable, debido a la baja digestión y absorción de grasa que presenta el pollito en este periodo, pudiéndose mejorar el metabolismo de los nutrientes requeridos<sup>10</sup>. Siendo en este estudio los tratamientos con cuatro fases de alimentación menos eficientes que los de tres fases de alimentación.

La formulación de dietas con base en los fundamentos de la proteína ideal es una nueva opción que debe involucrar información sobre los coeficientes de digestibilidad de cada uno de los aminoácidos aportados en las distintas materias primas<sup>63</sup>. La ventaja de este tipo de formulación radica principalmente, en que una vez establecidos los valores de digestibilidad de los aminoácidos, se puede reducir el contenido de proteína cruda de la dieta, sin afectar la productividad de las

parvadas y mejorar el rendimiento en la canal<sup>62</sup>, inicialmente la formulación con aminoácidos digestibles fue cuestionada por carecer de información sobre los requerimientos de aminoácidos digestibles en aves y cerdos, Hoy día se cuenta con suficiente información de aminoácidos digestibles para la producción de carne con pollo de engorda y cerdos<sup>63</sup>.

Así mismo se ha generado una importante base de datos relativa a los aportes de aminoácidos digestibles de una gran variedad de materias primas empleadas en la alimentación de no rumiantes<sup>64</sup> Con ello se completa la información requerida para la formulación con el concepto de proteína ideal.

Los resultados obtenidos en ganancia de peso (figura 3) y conversión alimenticia (figura 4) no mostraron diferencias estadísticas significativas a favor de la formulación con base en aminoácidos digestibles, pero los pollos tuvieron un mejor comportamiento utilizando este sistema de formulación, tanto en las dietas con tres fases de alimentación como con las de cuatro, la tendencia fue mejor hacia los aminoácidos digestibles sobre las dietas formulas bajo aminoácidos totales Cabe señalar que hubo diferencia estadística solo a las 6 semanas de edad quizás por el bajo número de réplicas empleadas.

Con el método de formulación de aminoácidos digestibles, fue más favorable y uniforme la parvada que con dietas del método de aminoácidos totales.

La formulación de alimentos balanceados para aves empleando el concepto de proteína ideal, es una herramienta confiable que permita optimizar el uso de las fuentes de proteína para la alimentación animal. en particular cuando estas son de baja calidad o muy variables<sup>22</sup>, lo que concuerda con los resultados obtenidos al final del ciclo de producción en este estudio El concepto de proteína ideal ya ha

## **CONCLUSIONES.**

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales empleadas se puede concluir que:

Los valores obtenidos de digestibilidad verdadera de a.a. esenciales en la harina de carne nacional empleada fueron en promedio del 77% y se encuentran dentro de los valores promedios de publicaciones científicas mexicanas.

El comportamiento productivo con los pollos con los programas de alimentación con tres fases fueron mejores estadísticamente que los programas de alimentación con cuatro fases.

Los pollos alimentados con dietas bajo el concepto de proteína ideal con la inclusión de harina de carne no fueron diferentes estadísticamente ( $P>0.05$ ), con respecto a las formuladas con aminoácidos totales, pero mostraron un mejor comportamiento numérico en ganancia de peso, índice de conversión y rendimiento de la canal.

De acuerdo con la información generada en este trabajo experimental se deduce, que el uso de los criterios que marca la proteína ideal, por medio de la formulación con base en aminoácidos digestibles permite un mejor uso de ingredientes de origen animal.

**CUADRO 2**  
**Composición de las dietas experimentales del tratamiento 1**

INGREDIENTES	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR
	0 – 21 días	22 – 35 días	35 – 49 días
	Kg POR TON	Kg POR TON	Kg POR TON
SORGO (9% P C)	633.388	669.777	739 781
PASTA DE SOYA (44% P C)	261.236	210 765	153 833
HARINA DE CARNE	40.000	40 000	40.000
ACEITE VEGETAL	12.931	30 432	25.808
CARBONATO	12 680	11.982	9.880
FOSFATO DE CALCIO	11 588	10.000	10.000
GLUTEN DE MAÍZ (60% P C)	10 000	7.543	4 000
SAL COMÚN	4 000	4.000	4.000
DL-METIONINA 98	3.391	4.000	2 500
L-LISINA HCl	2.917	2 695	2 276
VIT. AVES*	2.550	2.550	2 550
L-TREONINA	1 480	1 846	1 000
MINS AVES **	1.000	1 000	1 000
AVATEC	0.720	0 720	0 720
L-ARGININA	0.590	0 562	0 502
FUNGICIDA	0.500	0 500	0 500
CLORURO COLINA 60 %	0 500	0 500	0 500
BACITRACINA DE ZINC	0.500	0 500	0 500
ANTIOXIDANTE***	0.150	0.150	0 150
L-TRIPTOFANO	0.150	0.300	0 500
<b>ANÁLISIS CALCULADO</b>			
<b>NUTRIENTES (%)</b>			
PROTEINA CRUDA	20 00	18 04	16 01
CALCIO TOTAL	1 00	1.00	0.82
FOSFORO DISPONIBLE	0.45	0.40	0 30
E.M AVES (Kcal/Kg)	2.95	3,10	3,15
MET + CIST DIG.	0.85	0.65	0.56
LISINA DIG	1.03	0 90	0.74
ARGININA DIG	1.09	0 95	0.80
TRIPTOFANO DIG	0 18	0 16	0.15
TREONINA DIG	0.72	0 67	0.52

Programa de alimentación con tres fases, un iniciador de 0 – 21 días, un crecimiento 21 – 35 días y un finalizador de 35 a 49 días, formuladas con base en aminoácidos digestibles

\*Premezcla de vitaminas Vitamina A, 3 000 000 UI, vitamina D3, 750 000 UI, vitamina E, 6 000 UI, vitamina K3, 1 0 g. Riboflavina, 4 0 g. Niacina, 25 0 g. D pantoteno de calcio, 13 0 g. vitamina B12, 6 0mg. colina, 250 0 g. BTH. 40 0 g. c b p., 2,500 g

\*\*Premezcla de minerales por Kg. Selenio. 2 g. Cobalto, 1 g. Yodo, 3 g. Cobre, 10 0 g. Zinc, 50 0 g. Hierro 100 0 g. Manganeso, 100 0 g; c b p , 1000 0 g

\*\*\* Antioxidante por Kg. Antioxidantes (etoxquin, butilhidroxitolueno), 140 0 g, agente quelante (ácido fosfórico, ácido cítrico, EDTA disódico), 60 5 g. Vehículo fluidificante/antiapelmazante, 799 5 g

**CUADRO 3**  
**Composición de las dietas experimentales del tratamiento 2**

INGREDIENTES	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR
	0 – 21 días	22 – 35 días	35 – 49 días
	Kg POR TON	Kg POR TON	Kg POR TON
SORGO (9% P C)	632.360	672.926	677.563
PASTA DE SOYA (44% P C)	261.433	214.159	200.085
HARINA DE CARNE	40.000	40 000	40 000
ACEITE VEGETAL	13.260	29.424	37.923
CARBONATO	14.666	11.888	8.955
FOSFATO DE CALCIO	11.598	6.234	12.968
GLUTEN DE MAÍZ (60% P C)	10.000	10.000	10 000
SAL COMÚN	4.000	4 000	4 000
DL-METIONINA 98	3.306	1 606	0.504
L-LISINA HCI	2.806	2.581	1 644
VIT. AVES*	2 500	2 500	2 500
L-TREONINA	0 721	0 884	0 458
MINS AVES**	1.000	1 000	1 000
AVATEC	0.600	0.600	0.600
L-ARGININA	0 050	0 250	-
FUNGUICIDA	0 500	0.500	0 500
CLORURO COLINA 60 %	0 500	0.500	0.500
BACITRACINA	0.500	0.500	0.500
ANTIOXIDANTE***	0.150	0 150	0.150
L-TRIPTOFANO	0 050	0 300	0 150
<b>ANÁLISIS CALCULADO</b>			
<b>NUTRIENTES %</b>			
PROTEINA CRUDA	20.00	18 00	17 52
CALCIO TOTAL	1 21	1 00	1 00
FOSFORO DISPONIBLE	0 50	0 40	0 52
E. M. AVES (Kcal/Kg)	2,95	3,10	3,15
METIONINA + CISTINA TOTAL	0.95	0.72	0 60
LISINA TOTAL	1 15	1 00	0.90
ARGININA TOTAL	1 18	1 03	1 00
TRIPTOFANO TOTAL	0.25	0.24	0 20
TREONINA TOTAL	0.80	0.74	0 68

Programa de alimentación con tres fases, un iniciador de 0 – 21 días, un crecimiento 21 – 35 días y un finalizador de 35 a 49 días, formuladas con base en aminoácidos totales

\*Premezcla de vitaminas Vitamina A, 3 000 000 UI, vitamina D3, 750 000 UI, vitamina E, 6 000 UI, vitamina K3, 1 0 g. Riboflavina, 4.0 g, Niacina, 25 0 g, D pantoteno de calcio, 13 0 g, vitamina B12, 6 0mg, colina, 250 0 g, BTH, 40 0 g. c b p , 2,500 g

\*\*Premezcla de minerales por Kg Selenio, 2 g, Cobalto, 1 g, Yodo, 3 g, Cobre, 10 0 g. Zinc, 50 0 g, Hierro, 100 0 g. Manganeso, 100 0 g, c b p , 1000 0 g

\*\*\* Antioxidante por Kg Antioxidantes (etoxquin, butilhidroxitolueno), 140 0 g, agente quelante (ácido fosforico, ácido cítrico, EDTA disodico), 60 5 g, Vehículo fluidificante/antiapelmazante, 799 5 g

**CUADRO 4**  
**Composición de las dietas experimentales del tratamiento 3**

INGREDIENTES	PREINICIADOR	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR
	0 - 7 días	0 - 21 días	22 - 35 días	35 - 49 días
	Kg POR TÓN.	Kg POR TÓN	Kg POR TÓN.	Kg POR TÓN
SORGO (9% P C )	575 714	634.570	613.057	637 397
PASTA DE SOYA (44%P C )	315.700	260.91	262.743	234.474
HARINA DE CARNE	40.000	40.000	40.000	40 000
ACEITE VEGETAL	19.289	12.552	38.787	42 687
CARBONATO	13.050	12.815	8 627	8 501
ORTOFOSFATO	10 698	11 576	11.946	12 547
GLUTEN DE MAÍZ (60% P C )	10 000	10 000	10.000	10 000
SAL COMÚN	4.000	4 000	4.000	4 000
DL-METIONINA 98	2 925	3 188	2.332	1.708
L-LISINA HCl	2 041	2 921	2 429	2 173
VIT. AVES*	2 500	2 500	2 500	2 500
L-TREONINA	0 783	1 075	0 804	0 713
MINS AVES**	1.000	1 000	1 000	1 000
AVATEC	0.600	0 600	0 600	0 600
L-ARGININA	0.050	0 593	0 125	0 050
FUNGUICIDA	0 500	0 500	0 500	0 500
CLORURO COLINA 60 %	0 500	0 500	0 500	0 500
BACITRACINA	0 500	0.500	0 500	0 500
ANTIOXIDANTE***	0.150	0 150	0 150	0 150
L-TRIPTOFANO	-----	0.050	-----	-----
<b>ANÁLISIS CALCULADO</b>				
NUTRIENTES ( % )				
PROTEINA CRUDA	22 00	20.00	19.83	18 62
CALCIO TOTAL	1.15	1 15	1.00	1.00
FÓSFORO DIS	0 49	0 50	0.50	0.51
E M AVES (Kcal/Kg)	2,95	2,95	3,10	3.15
MET + CIST DIG	0.85	0 83	0 74	0.65
LISINA DIG	1 08	1.03	0.99	0.90
ARGININA DIG	1 18	1.09	1.04	0.95
TRIPTOFANO DIG	0.25	0 22	0 21	0.20
TREONINA DIG	0 72	0 68	0 65	0.60

Programa de alimentación con cuatro fases: un preiniciador de los 0-7 días, un iniciador de 7 - 21 días, un crecimiento 21 - 35 días y un finalizador de 35 a 49 días, formuladas con base en aminoácidos digestibles

\*Premezcla de vitaminas: Vitamina A, 3 000 000 UI, vitamina D3, 750 000 UI, vitamina E, 6 000 UI, vitamina K3, 1 0 g, Riboflavina, 4 0 g, Niacina, 25 0 g, D pautoteno de calcio, 13 0 g, vitamina B12, 6 0mg. colina, 250 0 g, BTH, 40 0 g. c b p , 2.500 g

\*\*Premezcla de minerales por Kg: Selenio, 2 g, Cobalto, 1 g, Yodo, 3 g, Cobre, 10 0 g, Zinc, 50 0 g, Hierro, 100 0 g, Manganeso, 100 0 g, c b p , 1000 0 g

\*\*\* Antioxidante por Kg: Antioxidantes (etoxquin, butilhidroxitolueno), 140 0 g, agente quelante (ácido fosfórico, ácido cítrico, EDTA disódico), 60 5 g, Vehículo fluidificante/antiapelmazante, 799 5 g

**CUADRO 5**  
**Composición de las dietas experimentales del tratamiento 4**

INGREDIENTES	PREINICIADOR	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR
	0 - 7 días	0 - 21 días	22 - 35 días	35 - 49 días
	KG. POR TON.	KG. POR TON.	KG. POR TON.	KG. POR TON.
SORGO (9% P.C.)	578.248	632.909	637.460	673.933
PASTA DE SOYÁ (44% P.C.)	315.211	261.468	240.909	201.472
HARINA DE CARNE	40.000	40.003	40.000	40.000
ACEITE SEGUNDA	18.478	13.001	35.401	38.424
CARBONATO	13.062	14.901	8.576	8.428
ORTOFOSFATO	10.673	11.601	12.293	13.022
GLUTEN DE MAÍZ (60% P.C.)	10.000	10.001	10.000	10.000
SAL COMÚN	4.000	4.000	4.000	4.000
DL-METIONINA 98	2.795	3.000	2.271	1.646
L-LISINA HCL	1.733	2.800	2.926	2.914
VIT. AVES*	2.500	2.500	2.500	2.500
L-TREONINA	-----	0.300	0.289	0.361
MINS. AVES**	1.000	1.000	1.000	1.000
AVATEC	0.600	0.600	0.600	0.600
L-ARGININA	0.050	0.233	0.125	0.050
FUNGUICIDA	0.500	0.500	0.500	0.500
CLORURO COLINA 60 %	0.500	0.500	0.500	0.500
BACITRACINA	0.500	0.500	0.500	0.500
ANTIOXIDANTE***	0.150	0.150	0.150	0.150
L-TRIPTOFANO	-----	0.033	-----	
<b>ANÁLISIS CALCULADO</b>				
NUTRIENTES				
PROTEINA CRUDA	22.00	20.00	19.00	17.50
CALCIO TOTAL	1.15	1.22	1.00	1.00
FOSFORO DISPONIBLE	0.49	0.50	0.51	0.52
E.M. AVES (Kcal/Kg)	2,95	2,95	3,10	3,15
METIONINA + CISTINA	0.95	0.92	0.82	0.72
LISINA	1.20	1.14	1.10	1.00
ARGININA	1.33	1.18	1.11	1.00
TIPTOFANO	0.28	0.25	0.23	0.20
TREONINA	0.80	0.75	0.72	0.67

Programa de alimentación con cuatro fases, un preiniciador 0 - 7, un iniciador de 7 - 21 días, un crecimiento 21 - 35 días y un finalizador de 35 a 49 días, formuladas con base en aminoácidos totales

\*Premezcla de vitaminas Vitamina A, 3.000.000 UI, vitamina D3, 750.000 UI, vitamina E, 6.000 UI, vitamina K3, 1.0 g. Riboflavina, 4.0 g, Niacina, 25.0 g, D pantoteno de calcio, 13.0 g, vitamina B12, 6.0mg, colina, 250.0 g, BTH, 40.0 g. c b p, 2.500 g

\*\*Premezcla de minerales por Kg Selenio. 2 g, Cobalto, 1 g, Yodo, 3 g, Cobre, 10.0 g, Zinc, 50.0 g, Hierro, 100.0 g. Manganeso, 100.0 g, c b p, 1000.0 g

\*\*\* Antioxidante por Kg Antioxidantes (etoxquin, butilhidroxitolueno), 140.0 g, agente quelante (ácido fosfórico, ácido cítrico, EDTA disódico), 60.5 g, Vehículo fluidificante/antapelmatante, 799.5 g

**CUADRO 6**  
**Resultados de ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión**  
**en pollos de 0 – 7 días.**

	3 fases de alimentación	4 fases de alimentación	
<b>Formulación</b>			
	<b>Ganancia de peso ( g )</b>		Promedio
AAD	85 3	85 3	85 4a
AAT	<u>87 7</u>	<u>88 7</u>	88 3a
Promedio	86.5a	87.8a	
<b>Formulación</b>			
	<b>Consumo de alimento ( g )</b>		Promedio
AAD	98 9	95 6	97.2a
AAT	<u>97 4</u>	<u>95 8</u>	96 6a
Promedio	98.2a	95 7a	
<b>Formulación</b>			
	<b>Índice de conversión</b>		Promedio
AAD	1 16	1 12	1 14a
AAT	<u>1 11</u>	<u>1 08</u>	1 09a
Promedio	1.13a	1 10a	

Valores con la misma letra son iguales (P> 0 05)

**CUADRO 7**  
**Datos de las variables ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión**  
**en pollos de 0 – 21 días.**

	3 fases de alimentación	4 fases de alimentación	
<b>Formulación</b>			
	<b>Ganancia de peso ( g )</b>		Promedio
AAD	598.3	607 0	602 6a
AAT	<u>603 7</u>	<u>567.0</u>	585 3a
Promedio	601.0a	587 0a	
<b>Formulación</b>			
	<b>Consumo de alimento ( g )</b>		Promedio
AAD	892 6	790 5	841 5a
AAT	<u>937 3</u>	<u>768.9</u>	853 0a
Promedio	914 9a	779 7b	
<b>Formulación</b>			
	<b>Índice de conversión</b>		Promedio
AAD	1 49	1 30	1 40a
AAT	<u>1 55</u>	<u>1 37</u>	1 46a
Promedio	1 52a	1 33b	

Valores con distintas letras son diferentes (P>0 05)

**CUADRO 8**  
Resultados de ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión  
en pollos de 0 – 35 días.

	3 fases de alimentación	4 fases de alimentación	
<b>Formulación</b>			
	<b>Ganancia de peso (g)</b>		Promedio
AAD	1470 0	1511.3	1490 6a
AAT	<u>1469 0</u>	<u>1357 3</u>	1413 1a
Promedio	1469 5a	1434.3a	
<b>Formulación</b>			
	<b>Consumo de alimento (g)</b>		Promedio
AAD		2192.2	2313 7a
AAT	2435.1	<u>2237 2</u>	2429 0a
Promedio	<u>2620 7</u> 2527.9a	2214 7b	
<b>Formulación</b>			
	<b>Índice de conversión</b>		Promedio
AAD	1 65	1 45	1 55a
AAT	<u>1 78</u>	<u>1 65</u>	1 71b
Promedio	1 72a	1 55b	

Valores con distintas letras son diferentes ( $P > 0.05$ )

**CUADRO 9**  
Promedios de las variables ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión  
en pollos de 0 – 42 días.

	3 fases de alimentación	4 fases de alimentación	
<b>Formulación</b>			
	<b>Ganancia de peso (g)</b>		Promedio
AAD	2121 0	2013.6	2067 3a
AAT	<u>2030 3</u>	<u>1871 3</u>	1950 8b
Promedio	2075 7a	1942.5b	
<b>Formulación</b>			
	<b>Consumo de alimento (g)</b>		Promedio
AAD	3480 4	3575 5	3361.3a
AAT	<u>3729 0</u>	<u>3755 3</u>	3742 1a
Promedio	3604.73a	3665 4a	
<b>Formulación</b>			
	<b>Índice de conversión</b>		Promedio
AAD	1.64	1 79	1 71a
AAT	<u>1 83</u>	<u>2 00</u>	1 92a
Promedio	1 73a	1 90a	

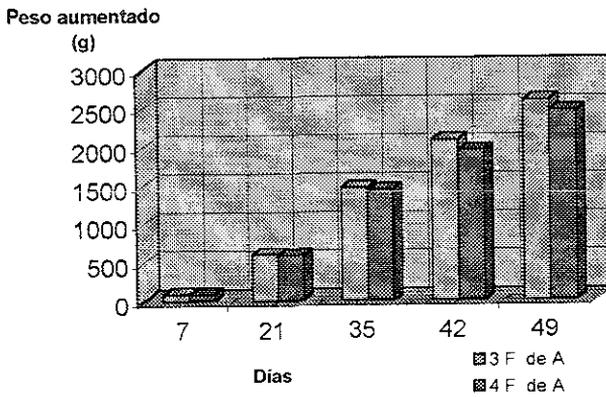
Valores con distintas letras son diferentes ( $P > 0.05$ )

CUADRO 10

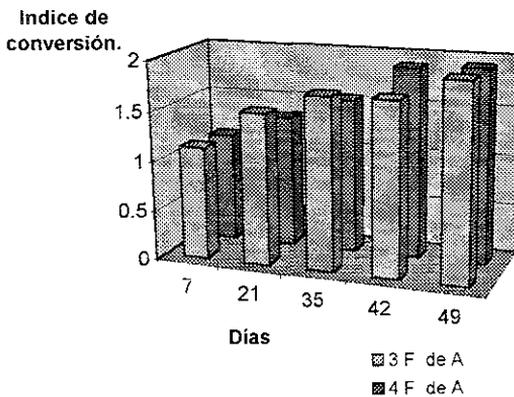
Resultados de ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión, peso de la canal y contenido de grasa abdominal en pollos de 0 – 49 días.

Formulación	3 fases de alimentación	4 fases de alimentación	Promedio
	<b>Ganancia de peso (g)</b>		
AAD	2601 0	2501 0	2551 0a
AAT	<u>2585 6</u>	<u>2400 0</u>	2492 8a
Promedio	2585 3a	2450.5b	
	<b>Consumo de alimento (g)</b>		
AAD		4690 4	4837 7a
AAT	4984 9	<u>4773 1</u>	4961 1a
Promedio	<u>5149 1</u>	4731.7b	
	5067 0a		
	<b>Índice de conversión</b>		
AAD	1 91	1 87	1 89a
AAT	<u>1 99</u>	<u>1 98</u>	1 99a
Promedio	1 95a	1 93a	
	<b>Peso de la canal (kg)</b>		
AAD	2 051	2 005	2 028a
AAT	<u>2 024</u>	<u>1 905</u>	1 964a
Promedio	2 037a	1 955a	
	<b>Contenido de grasa abdominal (g)</b>		
AAD	77	59	68a
AAT	<u>68</u>	<u>59</u>	66a
Promedio	73a	59b	

Valores con distintas letras son diferentes estadísticamente (P>0 05)



**Figura 1. Ganancia de peso por fase en los diferentes sistemas de alimentación.**



**Figura 2. Conversión en los diferentes sistemas de alimentación.**

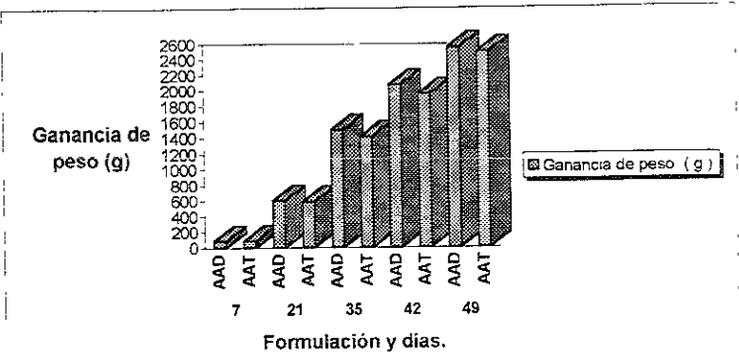


Figura 3. Ganancia de peso (g) de dietas formuladas con base en aminoácidos digestibles (AAD) y en aminoácidos totales (AAT).

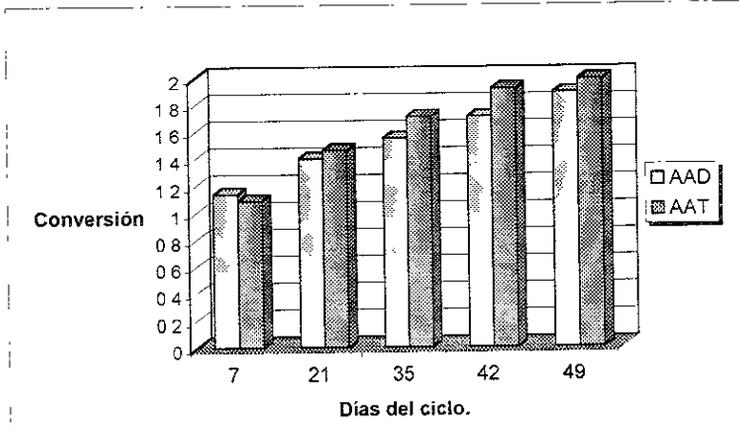


Figura 4. Conversión promedio en dos tipos de formulación, aminoácidos digestibles (AAD) y aminoácidos totales (AAT).

## LITERATURA CITADA.

- 1 Unión Nacional de Avicultores. Perspectivas de la avicultura mexicana hacia el año 2000. México (DF): UNA, 1999
- 2 CANACINTRA. La industria alimenticia animal en México. Sección de fabricantes de alimentos balanceados para animales. 1998-1999 Anuario.
- 3 Ávila GE , Alimentación de las aves. 1ra edición México (DF): Editorial Trillas. 1986
- 4 Cuca GM, Ávila GE Pro MA Alimentación de las aves Colegio de Posgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo De México México, 1990
- 5 Parsons CM. Amino acids digestibility's for poultry feedstuff evaluation and requirements Biokyowa Technical Review 1991;1:1-15.
- 6 Leeson S, Sumemers JD Commercial Poultry Nutrition; 2<sup>nd</sup> Ed Department of Animal and Poultry Science. University of Guelph Guelph; Ontario. Canada 1997.
- 7 Leeson S. Regulación del crecimiento en pollo de engorda y composición de la canal. Memorias del XII Ciclo de conferencias internacionales sobre Avicultura. Asociación de Médicos Especialistas en Nutrición Animal Guadajajara (Jal) México 1996, 58-62.
- 8 Soto RL, Ávila GE, Vásquez PC Estudio retrospectivo de algunas características del pollo de engorda comercial en el valle de México Tec Pecu. Mex. 1996, 34: No. 1

- 9 National Research Council Nutrient Requirements of Poultry. Ed National Academy of Science. Washington, D.C, U S.A., 1984
- 10 Murtry McJ, Rosebrough I, Plavnik I, Cartwright AL. Influence of early plane of nutrition on enzymes systems and subsequent deposition. Invited papers presented at a symposium held May. 3-7, at Beltsville Agricultural Research Center (BARC), Beltsville, Maryland 1988.
- 11 National Research Council Nutrient Requirements of Poultry Ed National Academy of Science, Washington, D C, U.S A ,1994.
- 12 Scott ML, Young RJ, Nesheim MC. Alimentación de las aves Barcelona (España) Ediciones GEA, 1973
- 13 Maynard AL. Nutrición animal 7ma ed México (DF) McGraw-Hill, 1981
- 14 Boon GB, Elmshorn DD, Ludwigshafen GG, Celie HH, Cuxhaven KK, Hanau HT Los aminoácidos en la nutrición animal. DEGUSSA. Frankfurt. Alemania 1991.
- 15 Antillón RA López CC Enfermedades nutricionales de las aves 1ra ed México (DF) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Sistema de universidad Abierta 1987
- 16 López CC. Los aminoácidos sintéticos En Temas de actualidad para la industria avícola Relaciones S A de C V México (DF) Balconi IR editor Ed MIDIA, 1998
- 17 Lehninger AL, Biochemistry 2nd ed New York NY Worth Publishers 1981
- 18 Best P, Gill C. En auge Ventas de aminoácidos. Alimentos balanceados para animales Mayo/Junio Vol 5. No 3 Mt Morris, IL , U S A , 1998

- 19 Ávila GE. Avances recientes sobre las necesidades de aminoácidos de los pollos de engorda. Cuarto Ciclo de Conferencias sobre Aminoácidos Sintéticos México (DF) Fermex México. 1992,13-19.
- 20 Kerr BJ. Revisión crítica de la investigación sobre dietas bajas en proteína y suplementadas con aminoácidos para pollos de engorda. Memorias del quinto ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos; México (DF) Fermex México. 1993: 35-51.
- 21 Baker DH, . Chung TK. Ideal protein for swine and poultry Fermex Technical review-4-USA 1992.
- 22 Fernández SR Aminoácidos digestibles en la formulación de dietas para pollo de engorda Memorias del XII Ciclo de conferencias Internacionales sobre Avicultura AMENA, Guadalajara (Jalisco) Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal México 1996 41-52
- 23 Johns DC, James AC. Comparison of true digestibility of amino acid of meat and bone meals using the cockerel precision-feeding technique with lysine availability determined by the FNDB chemical method and by chick growth assay New Zealand J Agric. Res., 1987,30 297-300
- 24 Hurrell RF, Carpenter KJ, The use of three dye-binding procedures for the assessment of heat damage to food protein Br J Nutr. 1975, 33 383-395
- 25 Kratzer FH, Bersch S, Vohra P Evaluation of heat-damage to protein by coomassie blue g dye- binding J Food Sci 1990: 55 805-807
- 26 Fernández SR, Zhang Y, Parsons CM Determination of protein solubility in oilseed meals using. Coomassie Blue dye binding Poultry Sci 1993, 72 1995-1930

- 27 Pedersen B, Eggum OB. Prediction of protein digestibility by an in vitro enzymatic pH-stat procedure Z Tierphysiol., Tierernährg U Futtermittelkunde 1983, 49 265-277
- 28 Sibbald IR. The T.M.E system of feed evaluation. methodology, feed composition data and bibliography Agriculture Canada, Ottawa, ON, Canada. Technical Bulletin 1986; 4-E.
- 29 Parson CM. Influence of caecectomy on digestibility of amino acids by roosters fed distiller's dried grains with soluble J. Agric Sci Camb 1985. 104 469-472
- 30 Parsons CM Protein quality and amino acid digestibility of animal protein meals. Multi State Poultry meeting 1999
- 31 Peñalva GG Proteína ideal. Aplicación práctica en aves Memorias del XI ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos; México (DF). Fermex México, 1999, 48-58.
- 32 Johnston J, Coon CN The use of varying levels of pepsin for pepsin digestion with animal proteins Poultry Sci. 1979, 58: 1271-1273.
- 33 Johnson ML, Parsons CM Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein ratio values for animal protein meals Poultry Sci 1997; 76 1722- 1727
- 34 Kondos AC, McClymont GL Nutritional evaluation of meat meals for poultry. VII. Effect of processing temperature on total and biologically available amino acid Aust. J. Agric Res 1972, 23. 913-922

- 35 Snirley RB, Parsons CM. Effect of poultry pressure processing on amino acid digestibility of meat and bone meal for poultry. *Poultry Sci* 2000; 79: 1775-1781.
- 36 Batterham, ES Availability and utilization of amino acids for growing pigs. *Nutr Resat Rev.* 1992; 5: 1-18.
- 37 Parsons CM Recent Research on amino acid digestibility of feed ingredients for poultry 59th. Minnesota Nutrition Conference Bloomington MN, 1998: 255-262.
- 38 Terrazas FM, Casas V Situación de la harina de pescado por harina de langostino en dietas para pollo de engorda XXV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal; 1994, Chihuahua (Chih) México, 1994.
- 39 Fernández SR, Zhang Y, Parsons CM Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Sci.* 1995, 74: 1168-1179.
- 40 Jensen LS Broiler performance as effected by intact protein versus synthetic amino acid, *Proceedings Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry.* Georgia (Atlanta), 1991
- 41 Cuarón JA, Chapple RP, Easter RA Effect of lysine and threonine supplementation of sorghum gestation diets on nitrogen balance and plasma constituents in first-litter gilts. *J Animal Sci* 1984; 58: 631-637
- 42 Cuca GM, Ávila GE, Pro MA Alimentación de las aves. 8ed México Universidad Autónoma de Chapingo, 1996

- 43 Jensen LS Broiler performance as affected by intact protein versus synthetic cyclic adenosine-3',5'-monophosphate level in isolated chicken proventriculus. Poultry Sci. 1991., 67: 1290.
- 44 Ramírez NR. Normas oficiales para la fabricación de alimentos balanceados. Manual de aditivos y suplementos para la alimentación animal. 2da. Ed. México (D.F). México, 1987: 251
- 45 Kerr B.J., Consideraciones prácticas en la utilización del concepto de proteína ideal en pollos de engorda. Memorias del sexto ciclo de conferencia sobre aminoácidos sintéticos, 1994 Septiembre 23. México (DF) Fermex México, 1994 28-38
- 46 Moran TE, Bushong DR, Bilgili FS. Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirement by least-cost formulation. Live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. Poultry Sci 1992; 71 1687-1694.
- 47 Summers DJ, Spratt D, Atkinson LJ Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level Poultry Sci. 1992, 71.263-273.
- 48 Parr FJ, Summers DJ The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. Poultry Sci 1991; 70 1540-1949
- 49 Summers JD, Leeson S, Spratt D Yield and composition of edible meat from male broilers as influenced by dietary protein level and amino acid supplementation Can J. Animal. Sci 1988; 68: 241-248
- 50 Stilborn LH. Waldroup WP Utilization of low-protein grower diets for broiler chickens. Poultry Sci 1989, 68 (Suppl. 1) 142 (Abstr )

- 51 Cervantes RM, Cromwell GL, Stahley TS. Amino acid supplementation of low protein, grain sorghum-soybean meal diets for pig. *J Animal Sci.* 1992, 70: 115 (Absr.).
- 52 Dagher JR. Effect of lysine and methionine supplementation of low protein roaster diets fed after six weeks of age. *Poultry Sci* 1983; 62 1572
- 53 Skinner TJ, Izat LA, Waldroup WP, Effects of dietary amino acid levels on performance and carcass composition of broiler 42 to 49 of age. *Poultry Sci* 1991; 70. 1223
- 54 Kerr BJ Métodos para reducir la excreción de nitrógeno al medio ambiente en animales monogástricos. Memorias del VII Congreso Nacional de AMENA, 1995 Noviembre 2 – 4; Veracruz (Veracruz) México Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, 1995
- 55 Fuller VR. El concepto de proteína ideal. Memorias del 2do ciclo de conferencias internacionales sobre aminoácidos sintéticos. Fermex México, México (DF) 1990, 15–25.
- 56 Johnson LE Baker DH Use of the ideal protein concept for precision formulation. *J Appl Poultry Res* 1998, 3: 98-103
- 57 Baker DH, Han Y Ideal amino acids profile for chicks during the first three weeks pothatching. *Poultry Sci.* 1994 73 1441-1447
- 58 Mariscal G, Ávila GE, Tejeda I, Cuarón JA, Vásquez C Contenido de aminoácidos totales y digestibles verdaderos para pollo de los principales ingredientes utilizados en Latinoamérica. INIFAP México, 1995.

- 59 García ME. Modificaciones al sistema de clasificación climáticas de Koppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República mexicana México (DF), México Ed. Talleres offset Larios 1988.
- 60 Sibbald IR, A bioassay for true metabolizable energy in feeding stuffs Poultry Sci 1976; 55 303
- 61 Likuski HJ, Dorell HG. A bioassay for rapid determination of amino acid availability values Pout Sci. 1978,15 561
- 62 Baker DH, Easter RA, Ellis M, Beverly JL, Hollis GR. Nutrient allowances for swine. Feedstuffs Reference Issue July 24 Minnetonka (Minn ) U S A 1997; 64:34.
- 63 González RJ, Camacho D, Ávila GE. Cuarón IA Formulación al perfil de proteína ideal para pollos de engorda Memorias del VII Congreso Nacional AMENA, 1997 Octubre 30-Noviembre 1ro, Puerto Vallarta (Jalisco) México. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, 1997
- 64 Firman JD, Boling SD. Ideal protein in turkeys Poultry Sci 1998, 77: 105-110