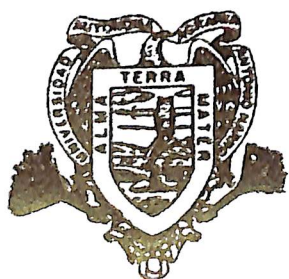


EVALUACION DE DIETAS PARA POLLO REPRODUCTOR
FORMULADAS EN BASE A AMINOACIDOS TOTALES
O DIGESTIBLES. I.- ADICION DE UN COMPLEJO ENZIMATICO

CAMELIA CRUZ RODRIGUEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICION ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

FEBRERO DE 2003



13760

BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONAT
BANCO DE TESI
U.A.A.A.N.

**EVALUACIÓN DE DIETAS PARA POLLO REPRODUCTOR FORMULADAS
EN BASE A AMINOÁCIDOS TOTALES O DIGESTIBLES. I. - ADICIÓN
DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO**

CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICIÓN ANIMAL**

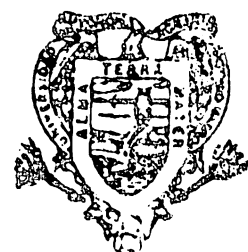
**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Febrero de 2003

13760



**BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**EVALUACIÓN DE DIETAS PARA POLLO REPRODUCTOR FORMULADAS
EN BASE A AMINOÁCIDOS TOTALES O DIGESTIBLES. I. ADICIÓN DE
UN COMPLEJO ENZIMÁTICO**

TESIS

POR

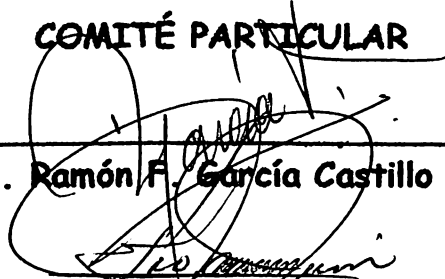
CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
NUTRICIÓN ANIMAL**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:



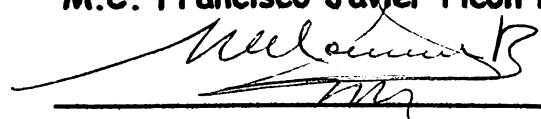
M.C. Ramón F. García Castillo

Asesor:

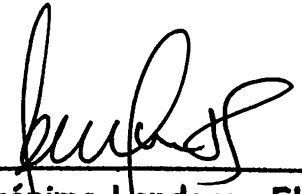


M.C. Francisco Javier Picón Rubio

Asesor:



M.C. Regino Morones Reza



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenvista, Saltillo, Coahuila.
Febrero de 2003

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a dos seres maravillosos,

A mi Esposo:

José Eduardo *García Martínez*, quien me ha sabido comprender, ayudar, querer y sobre todo valorar.

Y a mi Hija:

Karina *García Cruz*, por ser el motivo de inspiración en mi vida.

Gracias Lali y Kari por la paciencia, el amor y el cariño que siempre me han dado; Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme vida, salud, paciencia y fuerza para seguir adelante.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al Departamento de Nutrición y Alimentos, por su colaboración en la realización de este trabajo.

Al Ing. M.C. Ramón F. García Castillo, por darme la oportunidad de trabajar con él y por la confianza que depositó en mí para llevar acabo este trabajo.

Al Ing. M.C. José Eduardo García Martínez, por su apoyo, consejos y sobretodo su paciencia durante la realización de este trabajo.

Al MVZ. M.C. Francisco Javier Picón Rubio, por su participación en la presente investigación.

Al Ing. M.C. Regino Morones Reza, por su asesoría para la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos, por los momentos gratos y difíciles que compartimos.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en el trabajo de campo y laboratorio.

COMPENDIO

Evaluación de Dietas para Pollo Reproductor Formuladas en base a Aminoácidos Totales o Digestibles. I. Adición de un Complejo Enzimático.

POR

CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ

MAESTRÍA EN CIENCIAS

NUTRICIÓN ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

Febrero de 2003

Ing. M.C. Ramón F. García Castillo

- Asesor -

Palabras clave: Aminoácidos, enzimas, pollos.

240 pollos reproductores de un día de nacidos (Arbor Acres) divididos en 16 grupos de 15 c/u, se utilizaron para evaluar el comportamiento productivo por efecto de la formulación de la dieta mediante dos sistemas de valoración de aminoácidos (totales vs. digestibles: Factor A) y la adición del complejo enzimático Vegpro® (con vs. sin: Factor B). Las variables estudiadas

fueron: consumo de alimento (CA), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), relación de eficiencia proteica (REP), rendimiento de la canal (RC) y calidad de la canal (CC). Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, con arreglo factorial A X B. El consumo de alimento no fue afectado en la etapa de iniciación y solamente para la finalización se observó un incremento de dicha variable al formular por aminoácidos totales ($P < 0.05$). En el resto de las variables estudiadas (se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) tanto durante la iniciación como en la finalización, para ambos factores sin existir interacción. Lo anterior significa que al formular la dieta por aminoácidos digestibles o adicionar el complejo enzimático Vegpro® se incrementa la GDP y se mejora la CA, además de obtener mayores valores de REP con lo cual se beneficia tanto el RC como la CC ya que se deposita mayor cantidad de proteína y se disminuye la deposición de grasa en las diferentes partes de la canal.

ABSTRACT

Diets evaluation for reproductive chicken formulated based on total or digestible amino acids. I. Enzymatic complex addition.

BY

CAMELIA CRUZ RODRIGUEZ

MASTER IN SCIENCES

ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

February 2003

Ing. M.C. Ramón F. García Castillo

- adviser -

Key words: amino acids, enzymes, chicken.

240 reproductive newborn chickens (Arbor Acres) divided in 16 groups of 15 each, were used to evaluate the productive behavior caused by a formulation diet, which consist on two valuation systems of amino acids (total vs. digestible: Factor A) and the addition of the enzymatic complex Vegpro® (with vs. without: Factor B). The studied variables were: food intake (FI),

weight gain (WG), food efficiency (FE), protein efficiency relation (PER), carcass yield and quality (CY, CQ). Data were analyzed by a complete randomly factorial (2 X 2) design. FI was not affected in the initiation stage and for the conclusion stage an increase of this variable was only observed when formulating by total amino acids ($P < 0,05$). In the remaining variables studied, significant differences were observed ($P < 0.05$) during the two feeding stage, for both factors, without existing interaction. It was found that on a diet formulated with digestible amino acids or added with the enzymatic complex Vegpro®, the WG is increased and the FE is improved as well, besides that greater values of PER were obtained, which benefits YC and QC, since a greater amount of protein is deposited and fat deposition is diminished in the different parts from the carcass.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	Xii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Importancia económica de la producción de pollo de engorda	4
Alimentación del pollo de engorda	5
El papel de la nutrición proteica para pollos	6
Las proteínas en la nutrición aviar	7
Digestibilidad vs. Disponibilidad	9
Análisis de la calidad de los alimentos utilizados en la alimentación de las aves	11
Requerimientos nutricionales de las aves	12
Enzimas exógenas en la nutrición de las aves	17
Estudios sobre comportamiento productivo de pollos por la adición de enzimas	19
Rendimiento y calidad de la canal	23
Efecto del alimento sobre la carne	25
MATERIALES Y MÉTODOS	27
Etapa de iniciación	30
Etapa de finalización	33
Análisis estadístico	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
RESUMEN	73
LITERATURA CITADA	78
APÉNDICE	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1. Valores de lisina para pollos de engorda, de acuerdo al período y parámetro evaluado	14
3.1. Coeficientes de aminoácidos disponibles de algunos ingredientes de uso común en la alimentación de aves	29
3.2. Composición de las dietas experimentales, formuladas en base a aminoácidos totales o digestibles con y sin enzima durante la etapa de iniciación	29
3.3. Análisis calculado de la dieta utilizada durante la etapa de iniciación	30
3.4. Composición de las dietas experimentales, formuladas en base a aminoácidos totales o digestibles con y sin enzima durante la etapa de finalización	34
3.5. Análisis calculado de la dieta utilizada durante la etapa de finalización	35
4.1. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de iniciación	38
4.2. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de iniciación	39
4.3. Conversión alimenticia (g de alimento /g de incremento de peso) por pollo durante la etapa de iniciación	41
4.4. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de iniciación	43
4.5. Contenido de proteína (%) en pollo entero en la etapa de iniciación	45
4.6. Contenido de grasa (%) en pollo entero en la etapa de iniciación	46
4.7. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación	48
4.8. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación	49
4.9. Contenido de proteína (%) en pechuga en la etapa de iniciación ...	51
4.10. Contenido de grasa (%) en pechuga en la etapa de iniciación	52

4.11. Rendimiento en canal (%) en la etapa de iniciación	53
4.12. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de finalización ...	55
4.13. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de finalización .	56
4.14. Conversión alimenticia (g de alimento /g de incremento de peso) por pollo durante la etapa de finalización	58
4.15. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de finalización	60
4.16. Contenido de proteína (%) en pollo entero en la etapa de finalización	61
4.17. Contenido de grasa (%) en pollo entero en la etapa de finalización	63
4.18. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo en la etapa de finalización	65
4.19. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo en la etapa de finalización	65
4.20. Contenido de proteína (%) en pechuga en la etapa de finalización	67
4.21. Contenido de grasa (%) en pechuga en la etapa de finalización ...	68
4.22. Rendimiento en canal (%) en la etapa de finalización	69

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de iniciación	38
4.2. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de iniciación	40
4.3. Conversión alimenticia (g de alimento /g de incremento de peso) por pollo durante la etapa de iniciación	42
4.4. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de iniciación ...	44
4.5. Contenido de proteína (%) en pollo entero en iniciación	45
4.6. Contenido de grasa (%) en pollo entero en la etapa de iniciación	47
4.7. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación	48
4.8. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación	50
4.9. Contenido de proteína (%) en pechuga en la etapa de iniciación	51
4.10. Contenido de grasa (%) en pechuga en la etapa de iniciación	52
4.11. Rendimiento en canal (%) en la etapa de iniciación	53
4.12. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de finalización	55
4.13. Ganancia de peso (g) por pollo durante la finalización	57
4.14. Conversión alimenticia (g de alimento /g de incremento de peso) por pollo en finalización	58
4.15. Relación de eficiencia proteica (REP) en la finalización	60
4.16. Contenido de proteína (%) en pollo entero en finalización	62
4.17. Contenido de grasa (%) en pollo entero en la etapa de finalización	63
4.18. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo en finalización ...	65
4.19. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo en la etapa de finalización	66
4.20. Contenido de proteína (%) en pechuga en la etapa de finalización	67
4.21. Contenido de grasa (%) en pechuga en la etapa de finalización	68
4.22. Rendimiento en canal (%) en la etapa de finalización	69

INTRODUCCIÓN

En países como Estados Unidos donde el maíz y la soya son abundantes, estos ingredientes representan la base de la alimentación de las aves y cerdos. En México, el maíz además de no ser abundante constituye la base de la dieta del hombre; por lo que principalmente se usa sorgo y soya como básicos en la alimentación de estas especies.

Por otro lado, anteriormente las dietas para cerdos y aves se formulaban en base al contenido de proteína cruda, con lo cual se asumía que los requisitos nutricionales se cumplían relativamente bien. Sin embargo, con la obtención y disponibilidad de aminoácidos sintéticos en el mercado, los nutriólogos consideran la formulación de las dietas en base a las necesidades de los aminoácidos limitantes lisina y metionina. Después, con la síntesis de la treonina, hubo un gran progreso en la elaboración de dietas purificadas, las cuales han demostrado ser más eficientes y con ello aspectos como cantidad y calidad de aminoácidos debieron ser considerados. Además,

surgieron términos como desbalance de aminoácidos y antagonismo de aminoácidos. Con el uso de nuevas metodologías e incluso con el apoyo de la cirugía, se logró determinar la digestibilidad y disponibilidad de los aminoácidos presentes en los alimentos de los animales, surgiendo con ello el término de disponibilidad de aminoácidos. Actualmente, el concepto de proteína ideal, termino de controversia para los nutricionistas, pero que ha facilitado su uso y aplicación al formular las dietas en base a la digestibilidad de los aminoácidos, es decir de acuerdo al perfil ideal de aminoácidos.

La alimentación de las aves se ha realizado principalmente con dietas simples; es decir, elaboradas de sorgo o maíz; como fuente de energía y la pasta de soya (fuente de proteína). La formulación de estas dietas se hace con base en el requerimiento de proteína cruda (PC) y, cuando se dispone de información en las necesidades totales de aminoácidos (NRC 1994).

Para la industria avícola es importante saber los resultados que se pueden tener al adicionar enzimas a la dieta; ya que se ha encontrado que al

adicionar enzimas se mejora notablemente la digestibilidad del alimento, la conversión alimenticia y el rendimiento en canal de las aves.

Por lo anterior, el objetivo general del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo de pollos reproductores al formular la dieta mediante dos sistemas de valoración de los aminoácidos adicionando enzimas.

Los objetivos particulares son: 1) Observar el comportamiento productivo de los pollos al formular la dieta por aminoácidos totales y por aminoácidos digestibles; suplementados con un complejo enzimático y 2) Determinar si la relación de eficiencia proteica y el contenido de proteína y grasa en la canal se modifican al formular por aminoácidos totales y por aminoácidos digestibles al combinarse con el complejo enzimático.

Lo anterior parte de la hipótesis de que al formular la dieta por aminoácidos digestibles los pollos disponen de una mayor cantidad de lisina y metionina. Y al adicionar el complejo enzimático se presenta una mejor utilización del alimento y por ende un mayor comportamiento productivo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia Económica de la Producción del Pollo de Engorda

En México, las aves productoras de huevo y carne aportan el 25 por ciento del consumo de proteína de origen animal de la población. Esto es debido a que la carne del pollo de engorda es una fuente proteica de fácil digestión, con poca grasa y agradable sabor; además de tener un precio accesible para el consumidor (Cuca *et al.*, 1990).

Desde el punto de vista económico, la importancia de las aves radica en la conversión de ingredientes a alimento para el consumo humano. En el caso del pollo de engorda actualmente se requieren 1.8 Kg. de alimento para producir un kilogramo de pollo en pie. Lo cual nos indica que las aves transforman más eficientemente, que cualquier otro animal de granja, la proteína de los ingredientes en alimento para el hombre (North, 1996).

Hoy día, la industria avícola es la que ha experimentado el crecimiento más dinámico, la capacidad para controlar muchas de las enfermedades les ha dado a los avicultores la capacidad para producir gran número de aves por caseta.

Alimentación del Pollo de Engorda

El principal objetivo en la producción de pollo de engorda es ganar el mayor peso en el menor tiempo posible. Las herramientas que permiten lograr esta meta son: genética de los pollos, el manejo, la sanidad y la alimentación (Castelló, 1977).

En vista que la alimentación representa el porcentaje más alto del costo de producción en pollos de engorda, una forma de optimizar lo que se invierte, es que el ave aproveche al máximo lo que consume para transformarlo en carne. Para lograr esto es necesario el formular eficientemente las dietas y considerar que la proteína es uno de los componentes básicos en la ración, además de ser el nutriente que generalmente determina el precio del alimento (Ramírez *et al.*, 1984).

Al elaborar el alimento de las aves se deben considerar sus hábitos alimenticios, requerimientos nutritivos, disponibilidad y calidad nutritiva de los ingredientes que conforman la ración.

Respecto a los hábitos alimenticios, se debe tener presente que el pollo de engorda es un animal monogástrico que tiene un ciclo productivo muy corto, que habitualmente se le debe proporcionar el alimento en forma de harina (Ávila, 1986), aunque Hamilton y Proudfoot (1995) señalan un mejor rendimiento con alimento peletizado o desmoronado que con alimento molido. Lo cierto es que el alimento debe contener los nutrientes en la forma más disponible, para que el ave los pueda aprovechar al máximo.

El Papel de la Nutrición Proteica para pollos

La calidad proteica de los ingredientes está definida por la composición en aminoácidos, esenciales y no esenciales, así como sus respectivas digestibilidades. El mejor conocimiento de los requerimientos de aminoácidos en el metabolismo proteico así como la disponibilidad de los aminoácidos industriales aumentaron la eficiencia global de la utilización

proteica. Como resultado de estos avances, se diversificó la utilización de materias primas, ganando flexibilidad en la formulación adecuando y mejorando permanentemente los niveles energéticos y proteicos con respecto al contexto económico (www.lysine.com).

Las Proteínas en la Nutrición Aviar

Las proteínas son necesarias para la formación y mantenimiento de los tejidos del cuerpo. Esta función se lleva a cabo por los aminoácidos que se combinan para formar proteínas. La importancia de las proteínas en la nutrición se demuestra por las numerosas funciones que desarrollan en el organismo animal. Son constituyentes indispensables de todos los tejidos del animal, sangre, músculos, plumas, etc., y constituyen alrededor de la quinta parte del peso del ave, y aproximadamente la séptima parte del peso del huevo (Torrijos, 1967).

Para determinar la cantidad adecuada de proteína es necesario tomar en cuenta la calidad de la misma, entendiéndose por proteína de buena calidad aquella que proporcione el mejor balance de aminoácidos esenciales.

Las proteínas para la alimentación de las aves son de dos orígenes: animal y vegetal. La proteína animal ha sido considerada superior a la de origen vegetal, debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales y a que algunas proteínas vegetales necesitan procesarse correctamente para mejorar su valor nutritivo. Sin embargo, si se suplementan adecuadamente con aminoácidos sintéticos, las proteínas vegetales son similares a las proteínas de origen animal.

La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen vegetal con que se cuenta actualmente, su alto valor nutricional está determinado por la gran cantidad de aminoácidos que contiene y la alta disponibilidad de estos aminoácidos para el crecimiento de las aves. Con excepción de algunos aminoácidos azufrados como son la cisteína, cistina y la metionina, la harina de soya suministra en buenas cantidades los aminoácidos esenciales.

La pasta de soya presenta cantidades superiores de aminoácidos esenciales, incluso que algunas harinas de carne con el mismo valor proteico.

que algunos aminoácidos pueden ser digeridos pero no estar disponibles para la síntesis de las proteínas y recomienda usar los valores de digestibilidad, ya que son mejores indicadores del valor nutritivo de un determinado ingrediente, que los valores de concentración total de aminoácidos.

Generalmente se dice que los aminoácidos son digeribles entre 80 y 90 por ciento, sin embargo, esto no es necesariamente cierto, ya que la digestibilidad de los aminoácidos es variable.

Dos de los efectos más comunes que pueden afectar la digestibilidad de los aminoácidos son: 1) Presencia de factores antinutricionales como inhibidores de tripsina en algunos ingredientes como pasta de soya y garbanzo o los presentes en las diferentes variedades de sorgo; y 2) Ingredientes mal procesados, ya sean parcialmente crudos o sobre calentados.

El contenido proteico de la soya varía de 44 a 48 por ciento y la EM que presenta es de 2230 hasta 2440 kcal/kg de materia seca (Weigel, 1991).

Digestibilidad vs. Disponibilidad

En la alimentación de las aves, el conocer la cantidad de proteína cruda y el contenido de aminoácidos totales de esa proteína no nos ofrece una información confiable en la formulación de dietas para aves. La importancia radica en conocer la digestibilidad de esos aminoácidos y aun seria mucho más relevante conocer el porcentaje de esa digestibilidad que esta disponible para ser utilizada por las aves. *Cuca et al.* (1996), define la digestibilidad como la diferencia entre la cantidad de aminoácidos consumidos menos los excretados en las heces; e indica que la disponibilidad incluye la digestión, absorción, y utilización del aminoácido que es absorbido para ser utilizado por el organismo.

Con frecuencia el término de digestibilidad es asociado con disponibilidad y en ocasiones son usados como sinónimos. *Parsons et al.* (1990), mencionan que la digestibilidad puede no ser igual a disponibilidad, ya

Requerimientos Nutricionales de las Aves

Las aves en crecimiento requieren de 10 aminoácidos esenciales más una cantidad adicional de nitrógeno suficiente para la biosíntesis de los aminoácidos "no esenciales" (Shimada, 1983).

Los aminoácidos esenciales en los pollos, son aquellos que no se pueden formar intraorgánicamente; por lo que deben ser suministrados en las raciones que pongamos a su disposición y estos aminoácidos son: lisina, leucina, arginina, valina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptófano, treonina, histidina. La esencialidad de los mismos varía de unos animales a otros y dentro de una misma especie conforme a la edad (Torrijos, 1967).

Como ningún ingrediente posee este conjunto de aminoácidos indispensables en cantidades apropiadas es necesario acudir a la mezcla de alimentos y entonces se complementan. En otras ocasiones es necesario utilizar aminoácidos sintéticos, como la DL-metionina y la L-lisina, que ya se encuentran a precios accesibles en el mercado.

Análisis de la Calidad de los Alimentos Utilizados en la Alimentación de las Aves

El conocimiento del contenido de nutrientes es de gran importancia para valorar un ingrediente determinado antes de emplearlo en la elaboración de las dietas.

El análisis químico que más se realiza en los ingredientes que se utilizan en la alimentación de las aves incluye: Proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas. Como las determinaciones que se obtienen mediante este análisis, no son del todo confiables (Bondi, 1988) se requieren técnicas especiales de laboratorio que permitan conocer la disponibilidad relativa de algún nutrimento para el animal, la presencia de inhibidores de proteínas, las sustancias como el gossypol que deben ser cuantificadas, la posible adulteración de ingredientes, la putrefacción del producto, la rancidez, los análisis microbiológicos, etc. La presencia de micotoxinas en los alimentos, ha causado serios daños en la industria avícola, por falta de un buen control de calidad en el almacenamiento de los granos y/o en el manejo del contenido de humedad de los mismos.

En la alimentación de las aves se utiliza el término aminoácidos limitantes, en base a la respuesta que presente en el organismo. También pueden ser primero y segundo e igualmente limitantes, de tal forma que necesitan ser agregados a la dieta con exactitud, incluso mediante la aportación de los correspondientes aminoácidos sintéticos. Estos aminoácidos limitantes en el pollo de engorda son 1) lisina y 2) metionina. La función que ejercen estos aminoácidos desde el punto de vista productivo es que son requeridos por las células para formar proteína muscular, necesaria para el crecimiento del animal, son utilizados para la síntesis de la proteína del huevo y para la formación de pluma y pelo (Shimada, 1983).

La lisina es el principal aminoácido limitante, su forma "L" es asimilable e interviene activamente en el crecimiento. Cada día este aminoácido va teniendo mayor presencia ya que el escaso valor de algunas proteínas vegetales se debe a la inexistencia de este aminoácido. Una dieta sub-óptima en este aminoácido acarrea una notable disminución en el crecimiento y una sub-carencia afecta desfavorablemente el consumo de alimento y el índice de conversión del alimento en pollos de engorda.

El requerimiento de lisina varía dependiendo de cada parámetro evaluado siendo mayor para la reducción de grasa corporal y menor para aumento de peso.

Vásquez y Pesti (1997), recomiendan algunos porcentajes de lisina digestible para pollos de engorda, los cuales se muestran en el Cuadro 2.1 donde se observa que los requerimientos de lisina difieren de acuerdo al parámetro deseado por el productor, es decir, si se busca mayor conversión alimenticia el requisito será 1.32 (de 1-28 d), pero si se prefiere tener mayor rendimiento de pechuga el requisito disminuye a 1.22 para la misma etapa.

Cuadro 2.1. Valores de lisina para pollos de engorda, de acuerdo al período y parámetro evaluado.

Criterio	Lisina Digestible (%) 1-28 días	Lisina Digestible (%) 29-56 días
Conversión Alimenticia	1.32	1.15
Rendimiento de pechuga	1.22	1.00
Aumento de peso	1.21	0.98

Costa et al. (1999), han obtenido valores bastante similares a los de Vázquez y Pesti, en la fase de 1 a 21 días de edad con pollos Ross, con requerimientos de lisina total, con miras a la optimización de la conversión alimenticia de 1.30 por ciento y 1.25 por ciento y, para aumento de peso, de un 1.28 por ciento y un 1.23 por ciento para machos y hembras, respectivamente.

La metionina tiene una marcada influencia sobre el crecimiento. Adicionando metionina sintética aumenta considerablemente la producción de pollo de engorda y en un mayor grado si la ración tiene como mínimo un tercio de proteína animal.

Los requerimientos de metionina son de 0.492 por ciento de 1-28 días y 0.453 por ciento de 29-56 días. Niveles marginales de metionina en dietas para pollos de engorda resultan en un sobre consumo de alimento, lo cual se traduce en una mayor deposición de tejido adiposo, comparado con animales que reciben una dieta adecuada en este aminoácido.

era originaria de la dieta, mencionando el enorme efecto que puede tener el ciego sobre la excreción endógena de aminoácidos. Señala además que esto pudiera deberse a la proteólisis y desaminación microbiana de los aminoácidos en el ciego. Al respecto Soares *et al.* (1971) y Parsons (1985), señalan que son muchos los factores que afectan la disponibilidad biológica de los aminoácidos.

Enzimas Exógenas en la Nutrición de las Aves/

Las enzimas son catalizadores biológicos en su mayoría de origen proteico, estas sustancias digieren los nutrimentos específicos que no son desdoblados eficientemente por el animal. Normalmente las secreciones enzimáticas del sistema digestivo de los pollos son suficientes para una máxima digestión del almidón, grasas y proteínas. Sin embargo, es necesario agregar enzimas derivadas de fermentaciones fungales a dietas a base de cebada, sobre todo para pollitos en iniciación. Al agregar este tipo de enzimas se mejora la energía metabolizable de la cebada y consecuentemente los pesos de los pollos (Friesen *et al.*, 1992).

Cuca *et al.* (1996), mencionan que las suplementaciones graduales de metionina a dietas conteniendo de 16 a 20 por ciento de proteína producen una disminución lineal en el porcentaje de grasa abdominal en pollos con cada incremento de metionina. Sin embargo, no se ha observado el mismo efecto cuando se suplementa metionina en dietas que contienen 24 o 28 por ciento de proteína.

En cuanto a la disponibilidad de los aminoácidos de acuerdo a la fuente Warnick y Anderson (1968), señalan que los aminoácidos azufrados son los más limitantes cuando los ingredientes utilizados tienen un aporte pequeño de dichos aminoácidos seguidos por treonina y valina, y que la disponibilidad de los aminoácidos básicos parece ser incrementada menos que los aminoácidos esenciales.

Parsons (1986), menciona que la calidad de los aminoácidos presentes en la proteína de las harinas de carne varia enormemente y que se han encontrado valores de disponibilidad considerablemente bajos (menores de uno), aunque explica que estos resultados pudieron haber sido influenciados por la excreción de aminoácidos endógenos y la energía que no

Actualmente se venden en el mercado preparados enzimáticos para mejorar la eficiencia de digestión de las aves en dietas con sorgo, maíz y trigo. Los resultados actuales indican que no todos los ingredientes pueden mejorarse con este tratamiento.

Las proteasas son el conjunto de enzimas que hidrolizan las proteínas y rompen los enlaces peptídicos transformándolas en fragmentos más pequeños (péptidos). Tienen especificidad y condiciones de operación óptimas diferentes, y se subdividen en varios grupos, en función de la naturaleza de aminoácido que controla el centro activo.

Las principales enzimas y los órganos que las producen en las aves son pepsina ácida (proventrículo), amilasa (páncreas), tripsina y quimiotripsina (páncreas) y líquidos biliares (vesícula biliar) (Friesen *et al.*, 1992).

El comportamiento productivo de los pollos alimentados con granos ha sido mejorado mediante la suplementación de enzimas a la dieta. La hidrólisis parcial de beta glucanas y pentosanas en los granos provoca un

decremento en su viscosidad mejorando el comportamiento de los pollos. El efecto de las enzimas sobre el comportamiento productivo de los pollos ha sido muy bien documentado respecto a la utilización de la energía metabolizable y a su incremento en la eficiencia en el uso de esta energía por parte de los pollos (Vandepopuliere y Lyons, 1993).

La adición de enzimas a las dietas para pollo de engorda da lugar a una mejor digestibilidad de los alimentos, mejorando la absorción del almidón, grasa y aminoácidos (Friesen *et al.*, 1992).

Aunque existen enzimas de varios tipos (proteolíticas, amilolíticas, etc.) en el mercado, para uso animal solamente se han promovido las de tipo celulolítico, para los animales incapaces de digerir la fibra, como son las aves y los cerdos.

Estudios Sobre Comportamiento Productivo de Pollos por la Adición de Enzimas

Fernández *et al.* (1995), compararon una dieta de semilla de algodón suplementada con aminoácidos totales contra una dieta que contenía

semilla de algodón suplementada con aminoácidos digestibles basados en los requerimientos de iniciación y crecimiento para pollo de engorda (NRC, 1994). Encontraron que la dieta que contenía 20 por ciento de semilla de algodón suplementada con aminoácidos totales, se veía afectada la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia; mientras que los animales que habían sido alimentados con la dieta a base de aminoácidos digestibles tenían una mejor ganancia de peso así como una mejor eficiencia alimenticia.

Petterson y Aman (1989), realizaron un estudio para medir el incremento en la digestibilidad del trigo y el centeno agregando a la dieta un complejo enzimático de pentosanas y beta glucanasas activas; reportaron que la suplementación de esta enzima mejoró el aumento de peso en un 27 por ciento en 15 días, mejorando a su vez la conversión alimenticia en un 5 por ciento. Esto se le atribuye a la solubilización de las paredes celulares de la fibra que se produce por la enzima.

MacLean *et al.* (1994), realizaron un estudio para determinar la eficiencia de las dietas a base de cebada con y sin enzimas, en aves de 3 a

717 g contra 549 g de la dieta hecha con granos secos de destilería y la conversión alimenticia fue de 1.25 g/g para el primer caso, y para el segundo de 1.45g/g, lo cual indica que las dietas hechas a base de soya si presentan mejoría en las aves al ser suplementadas con enzimas.

Schang *et al.* (1996), realizaron un experimento con 400 pollos machos de un día de edad, utilizando dietas a base de soya y maíz, una con alta densidad de energía y proteína y otra con baja densidad de estos dos elementos más un preparado enzimático que se utilizó a razón de 300 g/tn encontrando mejoría en el comportamiento de las aves para ganancia de peso y conversión alimenticia de un 4.5 y 1.5 por ciento, respectivamente, cuando se suplementó la dieta con enzimas.

Murakmi *et al.* (1997), llevaron a cabo un experimento con el fin de evaluar el comportamiento de pollos de engorda alimentados con una dieta a base de maíz y soya, adicionada con enzimas a razón de 0.1 por ciento, en el período de 1-42 días. En esta prueba encontraron que la utilización de la EM y la digestibilidad de la proteína cruda se mejoró en un 9 y 7 por ciento, respectivamente, comparado con los animales que tenían dietas normales.

6 semanas de edad; encontrando pesos corporales mayores, así como una mayor eficiencia alimenticia para la dieta que contenía enzimas.

Friesen *et al.* (1991), encontraron que al adicionar diferentes niveles de enzimas a la dieta (0.1 g/kg a 1.6 g/kg) se incrementaban los valores de Energía Metabolizable (EM) y de digestibilidad aparente de proteína (DAP) en un 23 y 12 por ciento, respectivamente, en dietas hechas con un 60 por ciento de centeno.

Potter (1995), realizó un trabajo para determinar la digestibilidad de la energía metabolizable con la presencia de la enzima fúngica, en dietas a base de cebada molida para polluelos, encontrando que los polluelos alimentados con esta dieta presentaban un mejor comportamiento en ganancia de peso durante la primera etapa de producción.

Vandepopuliere y Lyons (1993), hicieron un trabajo con dietas para pollos de engorda a base de harina de soya, y otra con granos secos de destilería, encontrando que al suplementarlas con una mezcla enzimática los aumentos de peso a los 21 días fueron; para las aves alimentadas con soya

Rendimiento y Calidad de la Canal

Tradicionalmente se ha considerado que la carne es de primera importancia como fuente de proteínas y desde el punto de vista de los consumidores de occidente se considera indispensable para la salud y el bienestar.

La producción de carne es mucho más compleja que la producción de huevo, ya que el productor de carne debe interesarse no solo por la rapidez del crecimiento sino también por la alimentación económica, calidad de la carne comercial (Cole y Magmar, 1974).

Cole y Lawrie (1974) y Lawrie (1977), han informado sobre los factores que determinan e influyen en la calidad organoléptica, en la composición, cualidades nutricionales y métodos de conservación de carne fresca. Las características que se consideran importantes para establecer la calidad de la carne fresca son la frescura, terneza, color, sabor, jugosidad y capacidad para retener agua.

La importancia de tener en cuenta la composición de la canal en animales criados para propósitos de carne ha sido apreciada por (Meeckan, 1998), especialmente en animales mayores se han hecho muchos trabajos para desarrollar métodos y raciones alimenticias las cuales producen canales de composición deseada al momento de la matanza (Hill y Ocarroll, 1992).

Sin duda, las proteínas son los constituyentes más importantes de las partes comestibles de los animales proveedores de carne. El complejo comestible consiste principalmente de las proteínas actina y miosina juntas con pequeñas cantidades de colágena, reticulina y elastina. Hay también algunas cantidades de pigmentos respiratorios - mioglobina, nucleoproteínas, enzima y otros componentes misceláneos que incluyen las vitaminas B (Lushbough y Schweigert, 1990).

El conocimiento público de los posibles riesgos de salud que ocasiona el exceso de grasa en la carne esta aumentando, también la demanda de canal con cantidades especificas de carne magra y grasa continúan desarrollándose (Summers y Fisher, 1991).

Efecto del Alimento Sobre la Carne

La industria avícola se ha convertido en una rama muy importante tanto por la producción y comercialización como por el alto valor nutritivo de la carne. Aparentemente el alimento afecta poco la composición química de la carne; algunas propiedades físicas resultan a veces afectadas por la clase de ración suministrada, por ejemplo el maíz amarillo produce más grasa en el cuerpo que otros cereales, las mejores carnes se producen utilizando dos ó más cereales en una misma ración (Morely, 1995).

Una nutrición correcta del ave moderna, influye notablemente más en las características económicas que cualquier otro factor externo. Por otra parte, es el concepto más importante y cuantioso en los costos de producción de carne, por tal razón el avicultor debe procurar hacer uso eficaz de los alimentos (Portsmouth, 1986).

Un buen alimento debe contener los aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas y los no esenciales en cantidades suficientes para cubrir las demandas metabólicas, por que la síntesis de proteína a llevarse a

cabo bajo el supuesto "todo o nada", esto es debido a que si una determinada proteína se va a formar en el cuerpo del animal y falta uno solo de los aminoácidos que la constituyen, dicha proteína no se formará y el animal retrasará su desarrollo.

(AAT/SE) Aminoácidos totales sin enzima

(AAT/CE) Aminoácidos totales con enzima

(AAD/SE) Aminoácidos digestibles sin enzima

(AAD/CE) Aminoácidos digestibles con enzima

Estos fueron formulados en base a los coeficientes de aminoácidos disponibles en los ingredientes utilizados en la dieta (Cuadro 3.1), adicionadas con 0.0, y 0.15 por ciento de enzimas (Cuadro 3.2), conteniendo 23 por ciento de proteína cruda y 3000 Kcal de EM/Kg de MS.

Estos datos de coeficientes de digestibilidad están basados en la evaluación de muchas muestras de ingredientes; sin embargo éstos pueden variar de acuerdo con la calidad de las materias.

El promedio de digestibilidad de lisina de todos los ingredientes es de 75 por ciento. Este valor es inferior al de 100 por ciento de digestibilidad encontrado para los aminoácidos usados como suplemento.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Unidad Metabólica y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 8 Km. al sur de la ciudad de Saltillo presentando una latitud Norte de $25^{\circ} 23'$, una longitud Oeste de $101^{\circ} 02'$ y una altura de 1743 msnm. Lugar para el cual Mendoza (1983) reporta un clima Bwhwx (e) de muy seco a semicálido, con invierno seco extremo con una precipitación media anual de 298.5 mm y temperatura promedio de 19.8°C .

Previo a la llegada de los pollitos, se preparó la caseta realizando la limpieza y desinfección, al igual que en todo el material a utilizar (criadora, comederos y bebederos). Además, se elaboró el alimento que iba a ser utilizado durante la prueba, de acuerdo a los cuatro tratamientos propuestos (cada uno representa una dieta) quedando de la siguiente forma:

Cuadro 3.1. Coeficientes de aminoácidos disponibles de algunos ingredientes de uso común en la alimentación de aves.

	Proteína %	Lisina			Metionina		
		AA TOT	C de D	AA DIS	AA TOT	C de D	AA DIS
Cebada	11	0.29	78	0.23	0.13	79	0.10
Maíz	8	0.24	81	0.19	0.20	91	0.18
Sorgo	9	0.21	78	0.16	0.16	89	0.14
Trigo	12	0.31	81	0.25	0.15	87	0.13
Harinolina	42	1.71	67	1.14	0.52	73	0.38
Canola	38	2.45	80	1.96	0.68	90	0.61
Gluten de maíz	60	1.00	88	0.88	1.91	97	1.85
P. de soya cruda	44	2.93	76	2.23	0.65	65	0.42
P. de soya cocida	44	2.93	88	2.58	0.65	89	0.58
P. de soya	47	3.00	89	2.67	0.72	91	0.65
P. de girasol	29	1.00	84	0.84	0.50	93	0.46
H. de carne	48	2.60	79	2.05	0.65	85	0.55
H. de pescado	60	4.60	88	4.05	1.65	92	1.52
H. de pluma	80	1.75	66	1.15	0.47	76	0.36
H. de sangre	71	7.05	86	6.06	0.55	91	0.50

Tomado de Cuca *et al.*, 1990.

AA TOT: Aminoácidos totales (%)

C de D: Coeficiente de digestibilidad (%)

AA DIS: Aminoácidos disponibles (%)

Cuadro 3.2. Composición de las dietas experimentales, formuladas en base a aminoácidos totales o digestibles con y sin enzima durante la etapa de iniciación.

INGREDIENTE (%)	AAT/SE	AAT/CE	AAD/SE	AAD/CE
Sorgo	54.400	54.400	54.155	54.155
Harinolina	24.660	24.660	23.362	23.362
Soya	17.972	17.972	19.251	19.251
CaCO ₃	2.486	2.336	2.482	2.332
NaCl	0.050	0.050	0.050	0.050
Vitaminas	0.250	0.250	0.250	0.250
L-Lisina ¹	0.024	0.024	0.237	0.237
DL-Metionina ¹	0.158	0.158	0.214	0.214
Enzima ²	—	0.150	—	0.150

AAT = Aminoácidos Totales; AAD = Aminoácidos Digestibles; SE = Sin Enzima; CE = Con enzima

¹ 98 % de pureza

² Vegpro® de Alltech Company: alfa-amilasa bacteriana (1'980,000 U/kg), alfa-amilasa fúngica (17'600,000 U/kg), proteasa (4'400,000 U/kg), celulasa (396,000 U/kg) y beta-glucanasa (1'540,000 U/kg), extraídas de *Aspergillus Níger*, *Aspergillus oryzae* y *Bacillus subtilis*

Todos los días a través de esta etapa se pesó el alimento ofrecido y al siguiente día se pesaba el alimento que era rechazado. Al cuarto día de edad de los pollitos se vacunaron contra Marek, agregando el producto en el agua de beber. Posteriormente 5 días después se aplicó la vacuna contra Newcastle y Bronquitis infecciosa también en el agua de beber. Al finalizar esta etapa (28 días) se pesaron los pollos nuevamente y se registro el peso, finalizando así la etapa de iniciación.

Antes de iniciar la etapa de finalización 2 animales de cada repetición se dietaron por 12 horas y posteriormente se pesaron, luego se sacrificaron y se registro el peso de las canales para determinar el rendimiento en canal. Además se tomaron muestras para realizar un análisis químico de las canales, de acuerdo a la metodología de (Tejada, 1983). Los resultados de este análisis se utilizaron para evaluar la deposición de músculo y grasa en las diferentes partes considerando para esto la pierna y muslos, pechuga y pollo entero.

Cuadro 3.3. Análisis calculado de la dieta utilizada durante la etapa de iniciación.

Nutriente	Edad, días (1-28)
Energía Metabolizable Kcal/kg	3,000
Proteína %	23.00
Calcio %	1.0
Fósforo %	0.45
Lisina %	1.10
Metionina %	0.50

Etapas de Iniciación

En la caseta de alojamiento se mantuvo una temperatura de (35 °C). Se ofreció agua purificada con electrolitos.

En este trabajo se utilizaron 240 pollitos machos reproductores de un día de nacidos de la línea Arbor Acres, los cuales fueron pesados al inicio y se formaron 4 repeticiones por tratamiento, cada unidad experimental consistió de 15 pollos, los pollitos se colocaron en jaulas tipo batería, con un espacio de 0.042 m² / ave las cuales se ubicaron dentro de la caseta.

Durante esta etapa las variables en estudio fueron: Consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica.

Consumo de alimento

El consumo de alimento se midió mediante el pesaje diario de la cantidad ofrecida y rechazada de alimento y por diferencia se estimó el consumo diario, y posteriormente el consumo de cada etapa.

Ganancia de peso

La ganancia de peso se determinó pesando a los pollos cada siete días y registrando estos pesos. Al peso inicial se le sumó el peso obtenido durante la etapa de iniciación.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia fue calculada como una relación del consumo de alimento por unidad de peso vivo incrementado para cada una de las etapas.

Relación de eficiencia proteica

La relación de eficiencia proteica (REP) es un método indirecto usado para determinar la calidad de la proteína, se basa en la estimación de ganancia de peso y la proteína consumida. Usualmente se reporta como ganancia de peso por cantidad de proteína consumida. Sus valores son entre 1.2 a 4.2, y entre mayor sea mejor calidad de proteína. Se calculó de la siguiente forma: $REP = \text{Ganancia de peso} / \text{consumo} \times \% \text{ proteína}$

Etapa de Finalización

Para esta etapa (4-8 semanas), se hizo el sorteo de los animales en los tratamientos y repeticiones, en el área de la caseta se puso paja en el piso a cada corraleta, se instalaron los bebederos automáticos y los comederos con capacidad de 10 kilogramos de alimento a una altura adecuada. Para iniciar esta etapa se pesaron los pollos, se formaron las repeticiones coincidiendo 17 pollos como unidad experimental. A partir de la quinta semana, todos los pollos recibieron una fuente adicional de vitaminas en el agua durante cinco días, debido a que se presentaron en todos los tratamientos síntomas de deficiencia de vitaminas. El alimento se les

Cuadro 3.5. Análisis calculado de la dieta utilizada durante la etapa de finalización.

Nutriente	Edad, días (29-56)
Energía Metabolizable Kcal/kg	3,100
Proteína %	20.00
Calcio %	0.90
Fósforo %	0.35
Lisina %	1.00
Metionina %	0.38

Las variables en estudio de esta etapa fueron: Consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica.

Al finalizar esta etapa (finalización) de 4-8 semanas se procedió de manera similar que en la primera etapa para evaluar la canal y análisis químico de pierna y muslo, pechuga y pollo entero.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se empleo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2; durante las dos etapas, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para la etapa de iniciación y tres

ofrecía una vez al día, los rechazos de alimento fueron pesados diariamente y registrados. Al finalizar esta etapa nuevamente se sacrificaron 2 animales de cada repetición con el mismo objetivo de la etapa anterior.

Los ingredientes utilizados durante esta etapa fueron los mismos que se utilizaron durante la etapa de iniciación con los requerimientos de aminoácidos totales y aminoácidos digestibles suplementados con 0.0 y 0.15 por ciento de enzimas (Cuadro 3.4) con un contenido de 20 por ciento de proteína cruda y 3100 kcal de EM/kg de MS.

Cuadro 3.4. Composición de las dietas experimentales, formuladas en base a aminoácidos totales o digestibles con y sin enzima durante la etapa de finalización.

INGREDIENTE (%)	T1 AAT/SE	T2 AAT/CE	T3 AAD/SE	T4 AAD/CE
Sorgo	64.269	64.269	64.000	64.000
Harinolina	12.224	12.224	11.325	11.325
Soya	20.866	20.866	21.833	21.833
CaCo3	2.248	2.098	2.246	2.096
NaCl	0.050	0.050	0.050	0.050
Vitaminas	0.250	0.250	0.250	
L- Lisina ¹	0.029	0.029	0.189	0.189
DL - Metionina ¹	0.064	0.064	0.107	0.107
Enzima ²	—	0.150	—	0.150

AAT = Aminoácidos Totales; AAD = Aminoácidos Digestibles; SE = Sin Enzima; CE = Con enzima

¹98 % de pureza

²Vegpro® de Alltech Company: alfa-amilasa bacteriana (1'980,000 U/kg), alfa-amilasa fúngica (17'600,000 U/kg), proteasa (4'400,000 U/kg), celulasa (396,000 U/kg) y beta-glucanasa (1'540,000 U/kg), extraídas de *Aspergillus Niger*, *Aspergillus oryzae* y *Bacillus subtilis*

repeticiones durante la etapa de finalización, siendo los factores: A= Sistema de valoración de aminoácidos en 2 niveles (aminoácidos totales y aminoácidos digestibles) y B= Complejo enzimático en 2 niveles (sin enzima y con enzima). El modelo empleado del diseño completamente al azar con arreglo factorial (Steel y Torrie, 1986). fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, a$ sistema de valoración de aminoácidos

$j = 1, 2, \dots, b$ niveles de enzima

$k = 1, 2, \dots, r$ repeticiones

Donde:

Y_{ijk} = valor observado

μ = media general

α_i = efecto del sistema de valoración de aminoácidos

β_j = efecto del nivel de enzima en las dietas

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción sistema - nivel

ε_{ijk} = Error experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Iniciación

Consumo de alimento

Como se observa en el (Cuadro 4.1), para el consumo de alimento, no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos en esta etapa, por lo que podemos decir que el formular la dieta por AAT o AAD no tiene ningún efecto sobre el consumo de alimento; al igual que el adicionar enzimas a la dieta, ya que las medias para todos los tratamientos fueron similares entre sí (Figura 4.1). Sin embargo, durante esta etapa es difícil medir el consumo de alimento, ya que en los primeros días se ofrece el alimento en charola de piso y se desperdicia mucho.

Pinchasov *et al.* (1990), no encontraron efecto ($P > 0.05$) sobre esta variable al incrementar los requerimientos de aminoácidos en aves de los 7 a

21 días de edad, estos resultados coinciden con Fancher y Jensen (1989), los cuales reportan un consumo de alimento no afectado ($P > 0.05$) al reducir la proteína cruda de 22 a 11.6 por ciento durante un período de 21 a 42 días.

Cuadro 4.1. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de iniciación.

FACTOR B \ FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	1272	1260	1266
A.A. DIGESTIBLES	1273	1272	1272
MEDIA	1273	1266	1269

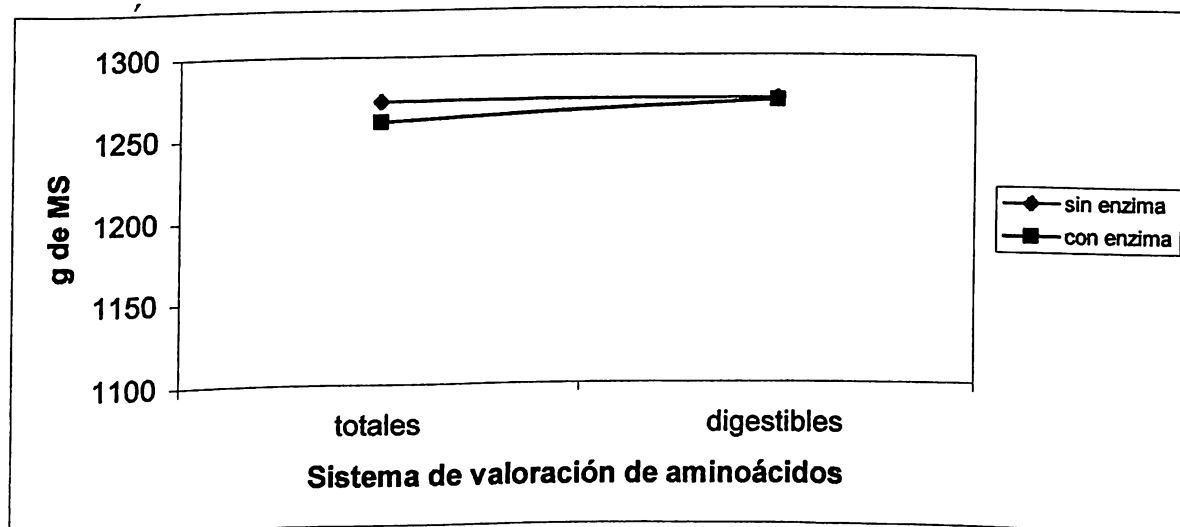


Figura 4.1. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de iniciación.

Los incrementos de peso que se obtuvieron durante ésta etapa mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos), (Cuadro 4.2) encontrando mejores resultados al

formular la dieta por AAD; se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el factor B (enzimas); Sin embargo no se observó interacción entre los factores ($P > 0.05$). Lo anterior nos demuestra que dietas formuladas por AAD dan mejores aumentos de peso y estos se mejoran al agregar la enzima (Figura 4.2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Kirchgessner y Paulicks (1995), donde estimaron los requerimientos de proteína y aminoácidos óptimos para obtener los máximos aumentos de peso. La mejor respuesta en este trabajo se logró al formular la dieta por aminoácidos digestibles con enzima; sin embargo, al comparar estos resultados con los resultados encontrados por Bernar y Nab (1997), los de estos investigadores son más altos posiblemente la diferencia es que ellos ofrecieron una suplementación completa de aminoácidos (100 por ciento) al recomendado por el NRC (1994). En este trabajo sólo se suplementó metionina y lisina; además se utilizaron machos reproductores pesados.

Cuadro 4.2. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de iniciación.

FACTOR B FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	553	600	577 ^b
A.A. DIGESTIBLES	686	701	693 ^a
MEDIA	620 ^b	650 ^a	635

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$) y ($P \leq 0.05$), respectivamente

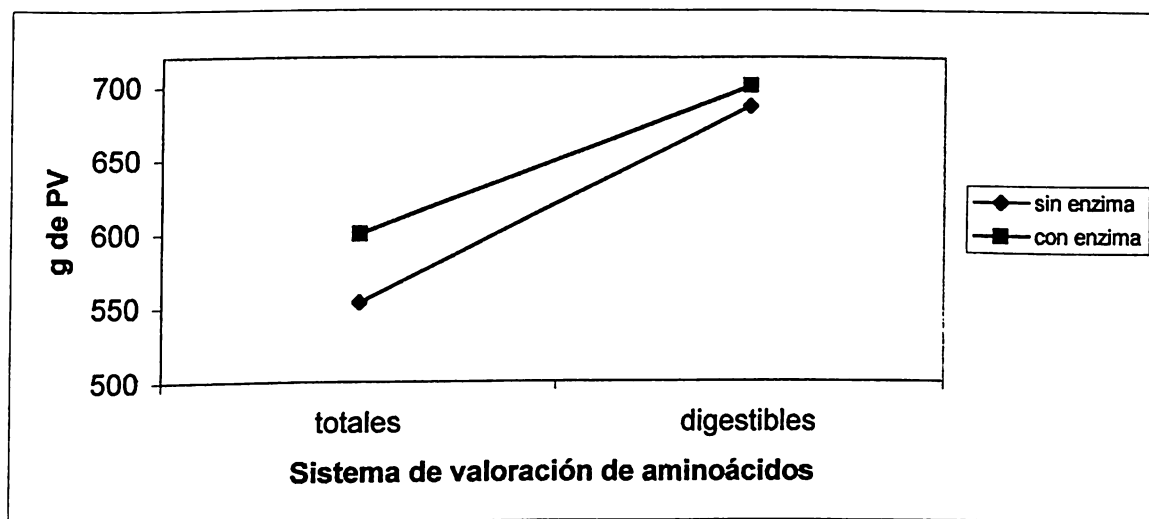


Figura 4.2. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de iniciación.

Conversión alimenticia

Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración de aminoácidos), y diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el factor B (enzima); de tal manera que el tratamiento formulado por AAD/CE (1.82 g/g) fue el que tuvo la mejor conversión (Cuadro 4.3). El tratamiento a base de AAT/SE fue el mas afectado en la conversión, la cual fue de (2.30 g/g); para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). Estos resultados coinciden con Aletor *et al* (2000), los cuales suplementaron aminoácidos a la dieta para estimar la eficiencia de los nutrientes, con lo

cual obtuvieron conversiones de 1.30 g/g. Por su parte Mack *et al.* (1999), reportan conversiones de 1.50 g/g al adicionar 0.1 por ciento de enzima a una dieta hecha a base de trigo durante esta etapa. Bedford *et al.* (1998), realizaron un trabajo donde evaluaron tres tratamientos, en uno estaban formulando la dieta por aminoácidos digestibles, en el segundo estaban suplementando enzimas a la dieta y en el tercero tenían la combinación de ambos; y los resultados que ellos obtuvieron fueron de 1.40 g/g para el primer caso, 1.60 g/g para el segundo y 1.58 g/g para el tercero. Ellos recomiendan formular la dieta por aminoácidos digestibles, al argumentar que el combinar enzimas con estos realmente no mejora significativamente la conversión; y esto se puede apreciar en los resultados del (Cuadro 4.3 y Figura 4.3), donde las conversiones al adicionar o no enzima son casi iguales numéricamente, pero económicamente el adicionar enzima a la dieta representa un gasto adicional.

Cuadro 4.3. Conversión alimenticia (g de alimento / g de incremento de peso) por pollo durante la etapa de iniciación.

FACTOR B \ FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	2.30	2.10	2.20 ^b
A.A. DIGESTIBLES	1.85	1.82	1.84 ^a
MEDIA	2.07 ^b	1.96 ^a	2.02

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$) y ($P \leq 0.05$), respectivamente

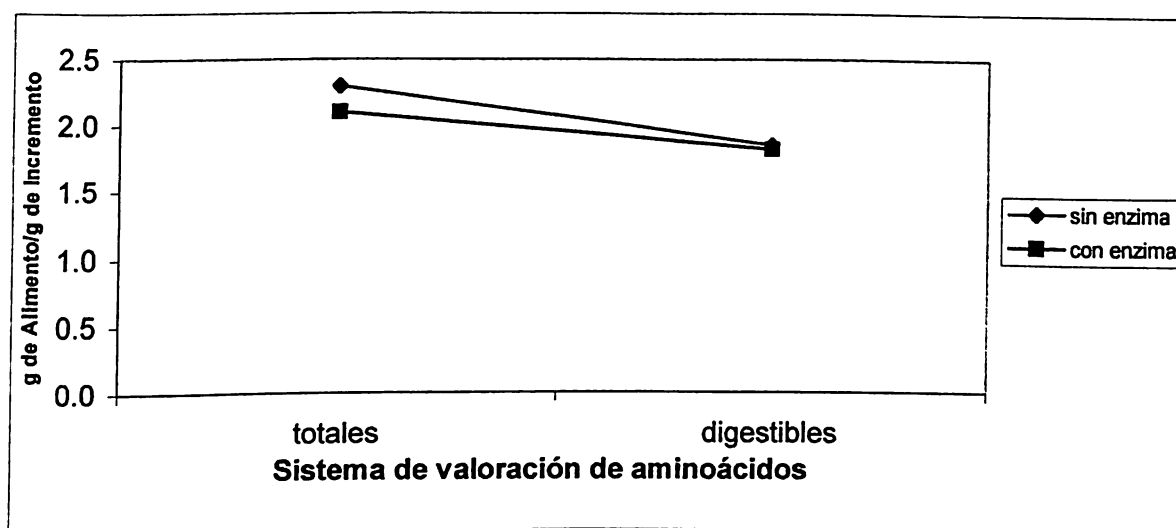


Figura 4.3. Conversión alimenticia (g de alimento / g de incremento de peso) por pollo durante la etapa de iniciación.

Los resultados que se obtuvieron durante ésta etapa para el parámetro de relación de eficiencia proteica (REP) mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos) (Cuadro 4.4), encontrando que el tratamiento formulado por AAD obtuvo el valor de (REP) más alto; se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para enzimas; sin embargo para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). Lo anterior nos demuestra que al formular la dieta por aminoácidos digestibles se mejora la relación de eficiencia proteica (Figura 4.4). Vásquez y Pesti (1997), realizaron un estudio donde utilizaron diferentes niveles de lisina con la finalidad de mejorar la conversión alimenticia, aumento de peso, rendimiento de pechuga e índice de eficiencia productiva; ellos encontraron que el requerimiento de lisina varía

dependiendo de cada parámetro evaluado siendo mayor para la reducción de grasa corporal y menor para aumento de peso. De tal forma, si hay reducción de grasa, habrá mayor optimización de la conversión alimenticia, mayor aumento de la deposición de proteína pectoral y por lo tanto mayor aumento de peso. Además, recomiendan utilizar un nivel de lisina de 1.25 por ciento, para obtener un rango de 1.63 a 2.6 en índices de eficiencia productiva.

Cuadro 4.4. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de iniciación.

FACTOR B FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	1.65	1.77	1.71 ^b
A.A. DIGESTIBLES	2.01	2.07	2.04 ^a
MEDIA	1.83 ^b	1.92 ^a	1.87

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$) y ($P \leq 0.05$), respectivamente

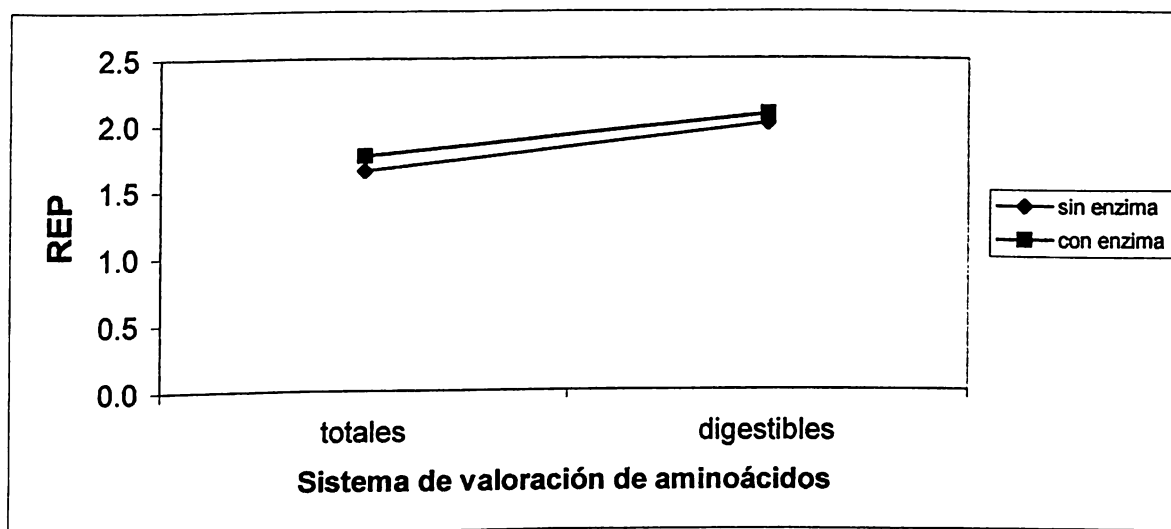


Figura 4.4. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de iniciación. Análisis bromatológico de la canal.

Un aspecto importante a considerar en la carne de pollo es su contenido de nutrientes; esto nos indica la calidad y cantidad necesaria de nutrientes requeridos en la dieta.

Para el caso de proteína cruda en pollo entero, se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración de aminoácidos) y para el factor B (enzima). No se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) para la interacción. Siendo el tratamiento formulado por AAD/CE el que mostró el porcentaje más alto de proteína, (Cuadro 4.5 y Figura 4.5). O sea, el formular por aminoácidos digestibles mejora la deposición de proteína, y además al

adicionar enzimas a la dieta la deposición de proteína aumenta. Estos valores son similares a los reportados por Torrijos (1967), el cual reporta valores de 32 por ciento, debido a estos valores la carne de pollo es considerada como una magnífica fuente de proteína.

Cuadro 4.5. Contenido de Proteína (%) en pollo entero en la etapa de iniciación.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	26.4	28.8	27.6 ^b
A.A. DIGESTIBLES	30.9	33.7	32.3 ^a
MEDIA	28.6 ^b	31.3 ^a	29.9

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

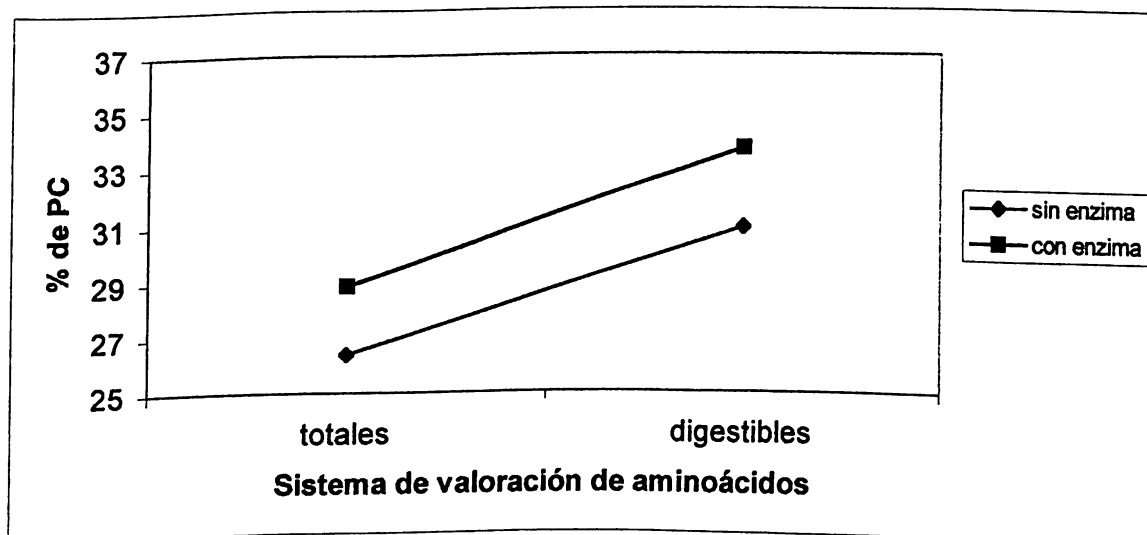


Figura 4.5. Contenido de Proteína (%) en pollo entero en la etapa de iniciación.

Para el contenido de grasa en pollo entero, se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración de aminoácidos) y para el factor B (enzima), no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) para la interacción. El menor porcentaje de grasa fue en el tratamiento formulado por AAD/CE, (Cuadro 4.6 y Figura 4.6) lo cual nos demuestra que hubo más formación de tejido muscular y menor deposición de grasa. Esto es muy importante, porque hoy en día se busca producir pollos con la menor cantidad de grasa. Estos resultados son similares al (12.5 por ciento) que reporta Potter (1995), al evaluar canales de pollos asaderos, utilizando aminoácidos digestibles con dietas a base de maíz y soya.

Cuadro 4.6. Contenido de grasa (%) en pollo entero en la etapa de iniciación.

FACTOR B \ FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	12.6	11.5	12.0 ^b
A.A. DIGESTIBLES	11.5	10.5	10.9 ^a
MEDIA	12.0 ^b	10.9 ^a	11.5

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

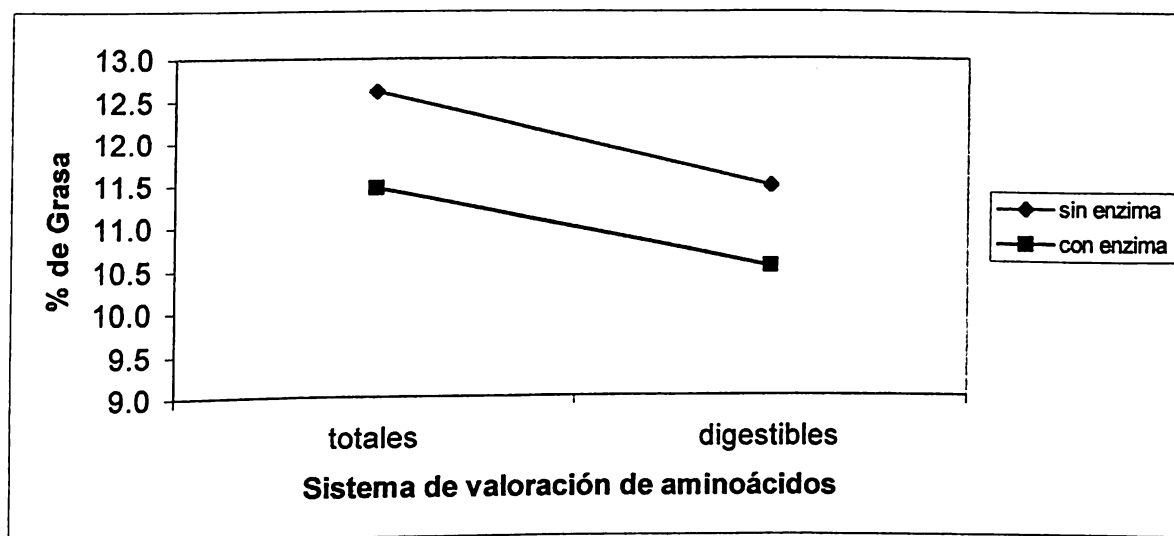


Figura 4.6. Contenido de grasa (%) en pollo entero en la etapa de iniciación.

El contenido de proteína en pierna y muslo fue afectado ($P \leq 0.01$) en el factor A (sistema de valoración de aminoácidos) y en el factor B (enzima), pero no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) para la interacción. De tal manera, si se formula la dieta por AAD se obtiene un porcentaje más alto de proteína en pierna y muslo que al formular por AAT. Además, si se suplementa la enzima se mejora este contenido (Cuadro 4.7 y Figura 4.7). Estudios realizados por Watkins y Mirosh (1988), al comparar 3 niveles de proteína cruda en la dieta, suplementada con aminoácidos digestibles con 3 niveles de energía metabolizable encontraron que a medida que aumentaban los niveles de aminoácidos digestibles en la dieta, aumentaba el porcentaje de proteína en la canal. Sin embargo al aumentar la energía se disminuía la cantidad de proteína de la canal; de tal

manera que a medida que se incrementaba el porciento de proteína en la dieta disminuía la cantidad de grasa en la canal, lo cual explica de alguna manera los resultados antes mencionados.

Cuadro 4.7. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	29.6	31.4	30.5 ^b
A.A. DIGESTIBLES	32.8	34.7	33.8 ^a
MEDIA	31.2 ^b	33.0 ^a	32.1

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

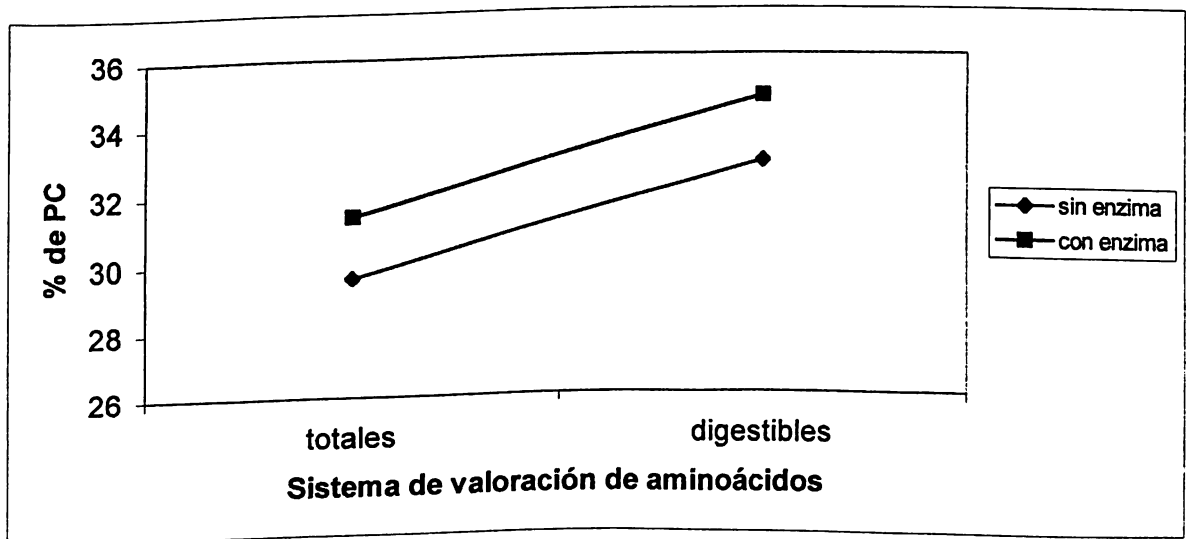


Figura 4.7. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación

El contenido de grasa (por ciento) en pierna y muslo presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) con valores de 11.6, 10.7, 10.5 y 9.8 por ciento para los tratamientos AAT/SE, AAT/CE, AAD/SE y AAD/CE respectivamente. Sin embargo para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). De tal manera que, una menor deposición de grasa se encuentra en pierna y muslo cuando se formula por AAD que cuando se formula por AAT, (Cuadro 4.8 y Figura 4.8) y este parámetro mejora al agregar la enzima.

Cuadro 4.8. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación.

FACTOR B FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	11.6	10.7	11.1 ^b
A.A. DIGESTIBLES	10.5	9.8	10.2 ^a
MEDIA	11.1 ^b	10.3 ^a	10.7

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

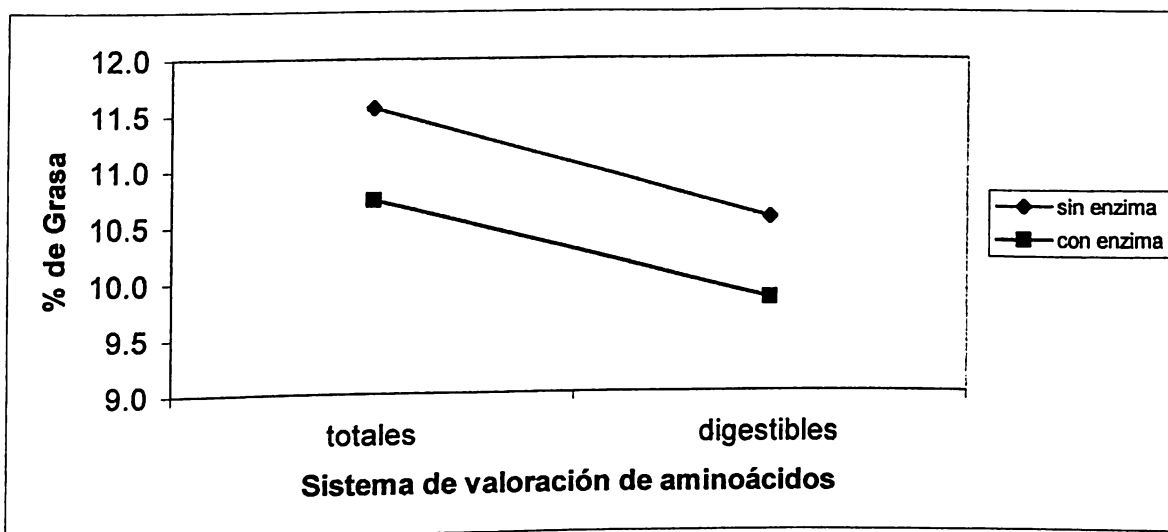


Figura 4.8. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo en la etapa de iniciación

Durante la etapa de iniciación el contenido de proteína en pechuga mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos AAT/SE, AAT/CE, AAD/SE y AAD/CE, con valores de 30.9, 32.7, 36.4 y 39.6 respectivamente (Cuadro 4.9 y Figura 4.9). Lo anterior demuestra que formular la dieta por AAD resulta en una mayor deposición de proteína que si formulamos por AAT y si a esta formulación por AAD adicionamos enzima esta deposición se hace más eficiente. Estos resultados son mayores a los reportados por Pettersson y Aman (1989), quienes encontraron valores de 34.5 por ciento para pechuga, coincidiendo esto con Potter (1995), quien al proporcionar a las aves aminoácidos sintéticos obtuvo mayor formación de tejido muscular y canales con menor contenido de grasa.

Cuadro 4.9. Contenido de proteína (%) en pechuga en la etapa de iniciación.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	30.9	32.7	31.8 ^b
A.A. DIGESTIBLES	36.4	39.6	38.0 ^a
MEDIA	33.6 ^b	36.1 ^a	34.9

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

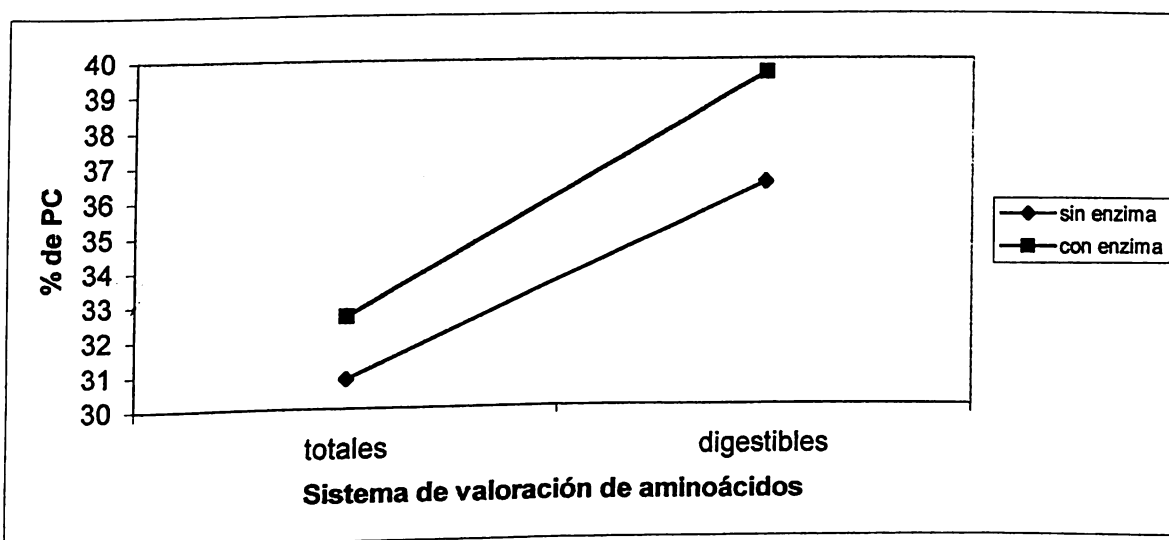


Figura 4.9. Contenido de proteína (%) en pechuga en la etapa de iniciación.

Diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para contenido de grasa en pechuga, se encontró en los tratamientos AAT/SE, AAT/CE, AAD/SE y AAD/CE. Siendo el tratamiento formulado por AAD/CE el que mostró el porcentaje más bajo de grasa. (Cuadro 4.10 y Figura 4.10) estos resultados reflejan claramente que si el ave dispone de una fuente proteica digestible su formación de grasa es menor, e indica que la proteína ofrecida

en la dieta esta siendo transformada por el animal hacia tejido magro (músculo) que desde el punto de vista metabólico es más eficiente ya que es menor la deposición de grasa con respecto al orden de los tratamientos.

Cuadro 4.10. Contenido de grasa (%) en pechuga en la etapa de iniciación.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	9.6	8.5	9.0 ^b
A.A. DIGESTIBLES	6.5	5.6	6.1 ^a
MEDIA	8.0 ^b	7.0 ^a	7.5

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

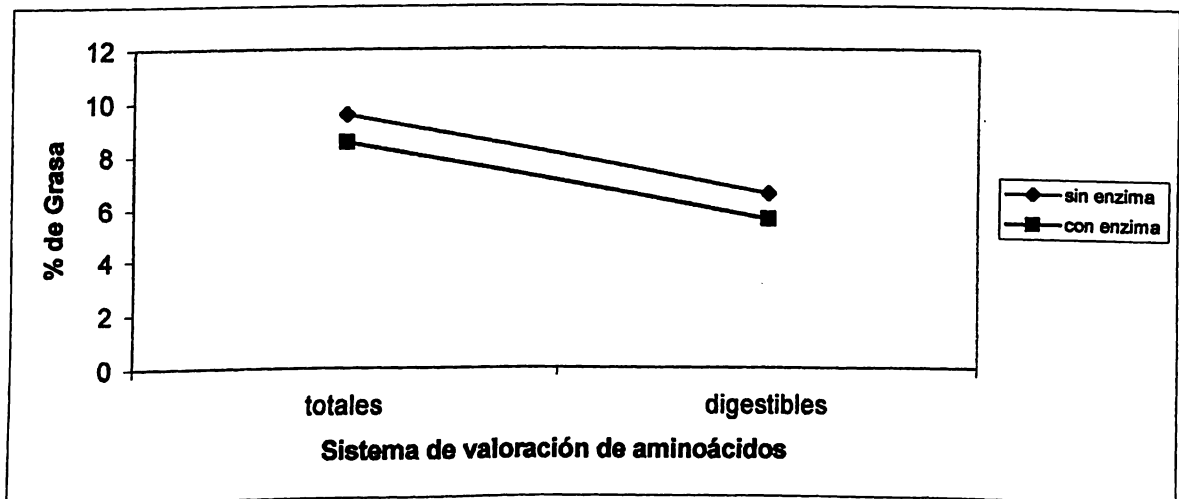


Figura 4.10. Contenido de grasa (%) en pechuga en la etapa de iniciación.

El rendimiento en canal mejoró ($P \leq 0.01$) conforme al orden de los tratamientos AAT/SE, AAT/CE, AAD/SE y AAD/CE con valores

respectivos de 68.5, 70.3, 72.0 y 75.3 por ciento. (Cuadro 4.11 y Figura 4.11).

El tratamiento formulado por AAD/CE es superior a los demás tratamientos, por lo que la formulación por aminoácidos digestibles mejora el rendimiento en canal de los pollos; y si a esto le agregamos enzimas este rendimiento aumenta.

Cuadro 4.11. Rendimiento en canal (%) en la etapa de iniciación.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	68.5	70.3	69.4 ^b
A.A. DIGESTIBLES	72.0	75.3	73.6 ^a
MEDIA	70.2 ^b	72.8 ^a	71.5

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

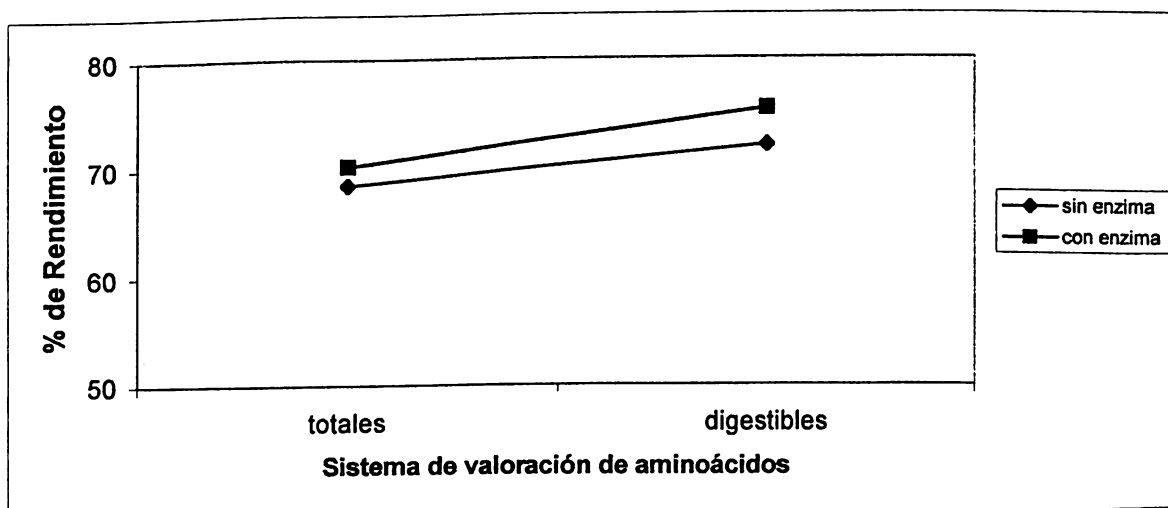


Figura 4.11. Rendimiento en canal (%) en la etapa de iniciación.

Comportamiento Productivo Durante la Etapa de Finalización

Consumo de Alimento

El consumo de alimento en esta etapa fue diferente ($P \leq 0.05$) para AAT y AAD, con valores de 2980 y 2880 respectivamente; obteniéndose mayor consumo en los animales que tenían la dieta formulada por AAT, (Cuadro 4.12 y Figura 4.12). Sin embargo para el factor B (enzima) y para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). Por lo que la adición de enzima a la dieta no tuvo efecto en el consumo de alimento.

Estos consumos se muestran altos en comparación con los reportados por Chae y Han (1995), quienes al utilizar dietas a base de maíz, sorgo y soya reportan consumos de 2480 durante esta etapa; sin embargo los consumos obtenidos en nuestro trabajo son similares a los reportados por la N.R.C. (1994).

Cuadro 4.12. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de finalización

FACTOR B FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	3001	2959	2980 ^b
A.A. DIGESTIBLES	2893	2866	2880 ^a
MEDIA	2947	2912	2930

Literales diferentes entre hileras muestran diferencia estadística ($P \leq 0.05$)

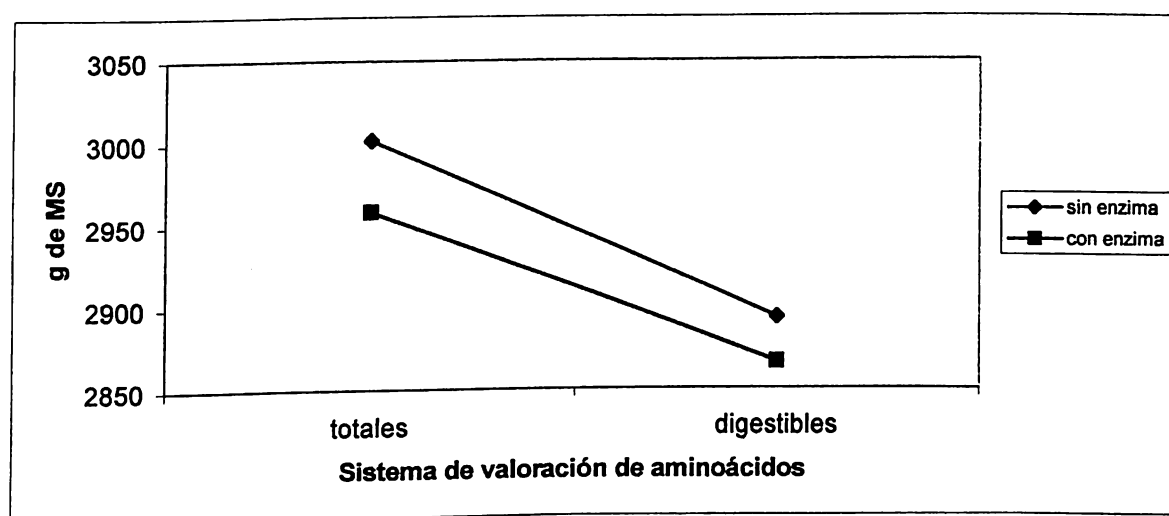


Figura 4.12. Consumo de MS (g) por pollo durante la etapa de finalización

Ganancia de Peso

Los incrementos de peso (g) mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos), encontrando mejores resultados de aumentos de peso al formular la dieta por AAD; no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) para el factor B

(enzimas), ni para la interacción (Cuadro 4.13 y Figura 4.13). Lo anterior nos demuestra que al formular la dieta por AAD se obtienen mejores aumentos de peso y estos se mejoran con la adición de enzimas (1370 g) pero biológicamente no es diferente al tratamiento sin enzimas cuyo aumento es de (1322 g). Estos valores están dentro de los que reporta N.R.C. (1994). Likuski y Dorrell (1992), encontraron valores ligeramente menores (1130 g) al alimentar pollos con dietas de maíz y soya, disminuyendo el contenido de proteína cruda y suplementando con aminoácidos sintéticos durante esta etapa.

Cuadro 4.13. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de finalización

FACTOR B FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	1255	1272	1264 ^b
A.A. DIGESTIBLES	1322	1370	1346 ^a
MEDIA	1289	1321	1305

Literales diferentes entre hileras muestran diferencia estadística ($P \leq 0.05$)

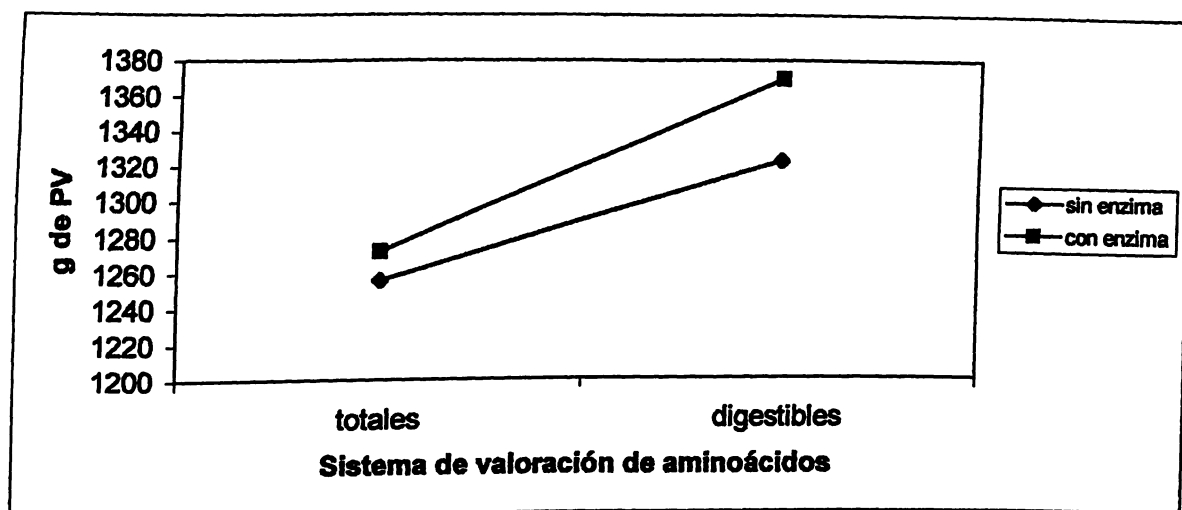


Figura 4.13. Ganancia de peso (g) por pollo durante la etapa de finalización

Conversión alimenticia

Para la conversión alimenticia se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para AAT y AAD con valores de 2.63 y 2.14 respectivamente (Cuadro 4.14 y Figura 4.14), para el factor B (enzima) y para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). Estos resultados son similares a los reportados por N.R.C. (1994) con valores de 2.17 g/g en conversión alimenticia. Las aves resultaron más eficientes en convertir alimento a ganancia al ofrecer dietas con AAD. Estos valores coinciden con los trabajos de Edmons *et al.* (1985) y Yanming *et al.* (1992), al reducir la proteína cruda de la dieta, pero adicionando aminoácidos para

cumplir con los requerimientos, los cuales encontraron conversiones de 1.90 g/g en la etapa de finalización.

Cuadro 4.14. Conversión alimenticia (g de alimento / g de incremento de peso) en pollos durante la etapa de finalización

FACTOR B FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	2.36	2.36	2.36 ^b
A.A. DIGESTIBLES	2.19	2.09	2.14 ^a
MEDIA	2.27	2.22	2.25

Literales diferentes entre hileras muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

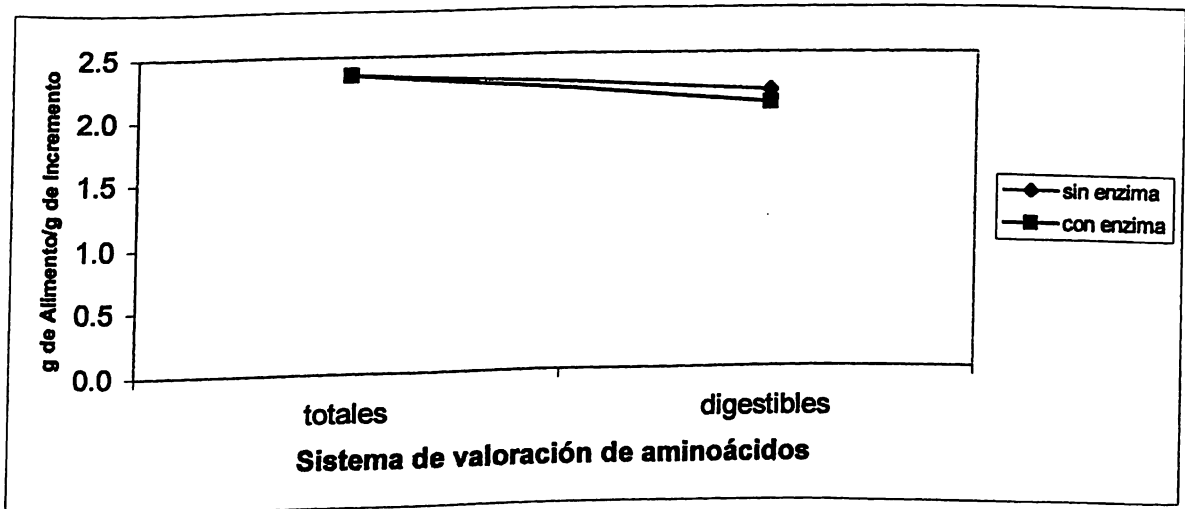


Figura 4.14. Conversión alimenticia (g de alimento/ g de incremento de peso) en pollos durante la etapa de finalización

Relación de eficiencia proteica

Durante la etapa de finalización los valores de (REP) mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos), encontrando una mayor (REP) al formular la dieta por AAD; no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) para el factor B (enzimas), ni para la interacción (Cuadro 4.15 y Figura 4.15). Lo anterior nos demuestra que el formular la dieta por AAD mejora de manera significativa la relación de eficiencia proteica. Mont (1995), realizó un experimento para estudiar el efecto de la formulación con aminoácidos digestibles y totales empleando una dieta basada en maíz y harina de soya o alimentos alternativos, observando que los animales que recibieron la dieta formulada por aminoácidos digestibles tuvieron una relación de eficiencia proteica de 2.60 y 2.42, para la dieta a base de maíz y alimentos alternativos respectivamente; los pollos que consumieron la dieta formulada por aminoácidos totales tuvieron el peor peso a los 49 días de edad y valores de relación de eficiencia proteica de 1.80 y 1.54 respectivamente.

diferencia significativa ($P > 0.05$). (Cuadro 4.16 y Figura 4.16). De acuerdo a los resultados es mejor formular la dieta por AAD/CE. Similares respuestas reportan Fernández *et al.* (1995), quienes compararon una dieta que contenía 20 por ciento de semilla de algodón basada en requerimientos totales de metionina en iniciación y crecimiento para pollo de engorda contra una dieta con 20 por ciento de semilla de algodón pero formulada por aminoácidos digestibles. La dieta formulada por aminoácidos totales afectó la ganancia de peso y la conversión alimenticia; mientras, los pollos alimentados con la dieta formulada por aminoácidos digestibles presentaron mejor ganancia de peso, menor conversión alimenticia, así como mejor calidad de la canal. Schutte y Pack (1995), encontraron que con la suplementación de aminoácidos se obtiene una máxima eficiencia en la utilización del alimento, ganancia de peso y rendimiento en canal.

Cuadro 4.16. Contenido de proteína (%) en pollo entero en la etapa de Finalización

FACTOR B \ FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	28.4	30.1	29.3 ^b
A.A. DIGESTIBLES	32.3	35.9	34.1 ^a
MEDIA	30.4 ^b	33.0 ^a	31.7

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$) y ($P \leq 0.05$), respectivamente

Cuadro 4.15. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de finalización

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	1.64	1.65	1.65 ^b
A.A. DIGESTIBLES	1.78	1.83	1.81 ^a
MEDIA	1.71	1.74	1.73

Literales diferentes entre hileras muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

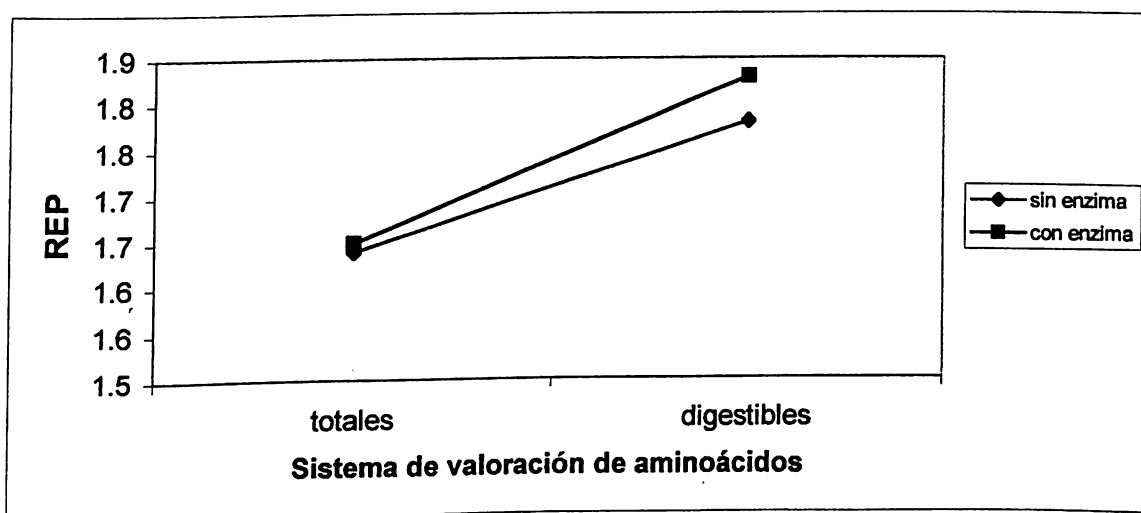


Figura 4.15. Relación de eficiencia proteica (REP) en la etapa de finalización

Análisis bromatológico de la canal.

Diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) y significativa ($p \leq 0.05$) se encontró en el contenido de proteína en la etapa de finalización entre los tratamientos AAT/SE, AAT/CE, AAD/SE y AAD/CE con valores de 28.4, 30.1, 32.3 y 35.9 por ciento. Para la interacción no se encontró

Cuadro 4.17. Contenido de grasa (%) en pollo entero, en la etapa de finalización.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	17.5	16.8	17.1 ^b
A.A. DIGESTIBLES	15.4	13.6	14.5 ^a
MEDIA	16.1 ^b	15.6 ^a	15.8

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$) y ($P \leq 0.05$), respectivamente

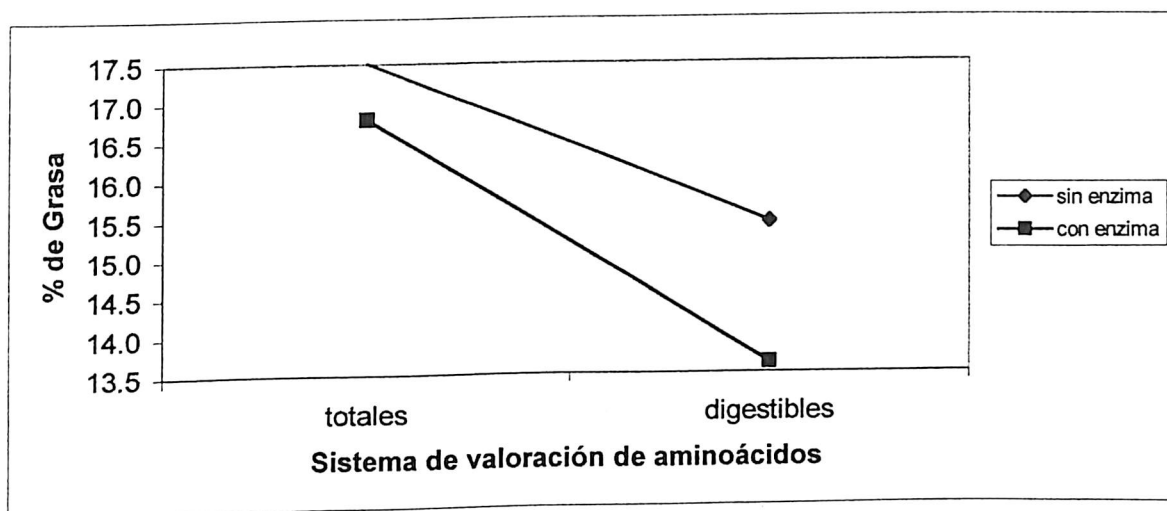


Figura 4.17. Contenido de grasa (%) en pollo entero, en la etapa de finalización

El contenido de proteína y grasa en pierna y muslo fue afectado positivamente ($P \leq 0.01$) por el sistema establecido AAT/SE, AAT/CE, AAD/SE y AAD/CE. Para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). (Cuadro 4.18 y Figura 4.18), (Cuadro 4.19 y Figura

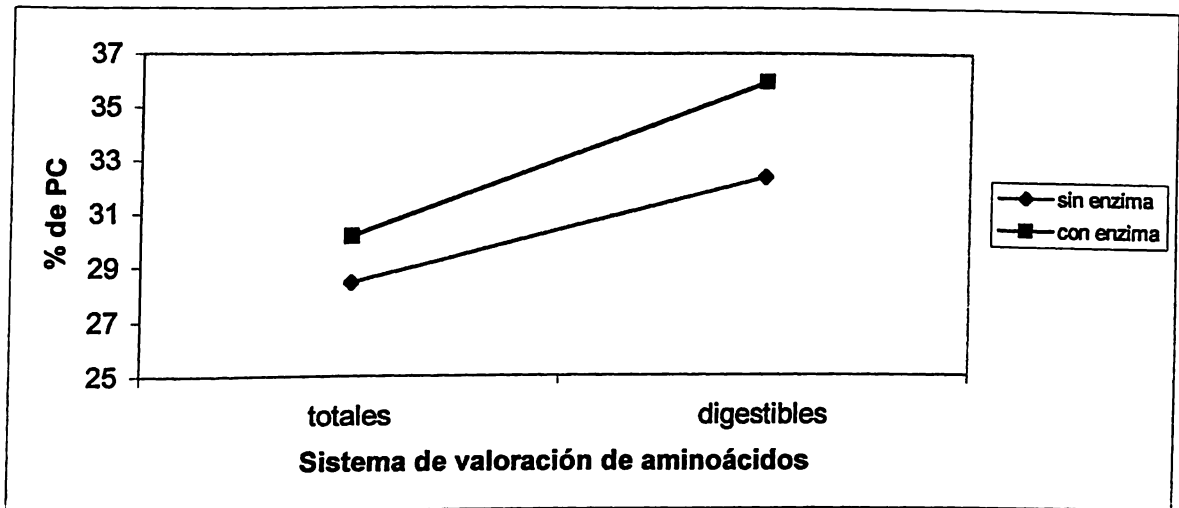


Figura 4.16. Contenido de proteína (%) en pollo entero en la etapa de finalización

El porcentaje de grasa en pollo entero en la etapa de finalización fue diferente ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración), de igual manera hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el factor B (enzima) y para la interacción no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). (Cuadro 4.17 y Figura 4.17). Hay una menor deposición de grasa en pierna cuando se formula por AAD/CE que cuando se formula por AAT/CE, y está deposición también tiende a ser menor cuando se formula por AAD/SE que cuando se formula por AAT/SE.

4.19). De tal manera, si se formula por AAD se obtiene un porcentaje más alto de proteína que al formular por AAT. El agregar enzima afecta y mejora el porcentaje. El contenido de grasa en pierna y muslo disminuye cuando la dieta se formula por AAD/CE, en comparación con la dieta formulada por AAT/CE. O sea, que la mayor eficiencia para la deposición de carne del pollo resulta al aumentar la densidad de la ración en aminoácidos esenciales. Dari (1996) y Dari y Penz (1996), trabajando con pollos de engorda machos de 21 a 42 días de edad, concluyeron que dietas basadas en maíz y harina de soya pueden tener el valor proteico reducido (20.0 vs. 18.2 por ciento), cuando son formuladas en base a aminoácidos digestibles y parámetros de crecimiento. Sin embargo, en dichos estudios la calidad de la canal se vio afectada. Los autores comprobaron que el utilizar ingredientes alternativos de baja digestibilidad y formular dietas en base a aminoácidos digestibles proporciona canales con mayor porcentaje de proteína, menor porcentaje de grasa y mejores parámetros productivos que al formular dietas con alimentos alternativos utilizando aminoácidos totales.

Cuadro 4.18. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo, en la etapa de finalización.

FACTOR B \ FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	32.4	35.5	34.0 ^b
A.A. DIGESTIBLES	39.4	41.7	40.5 ^a
MEDIA	35.9 ^b	38.6 ^a	37.3

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

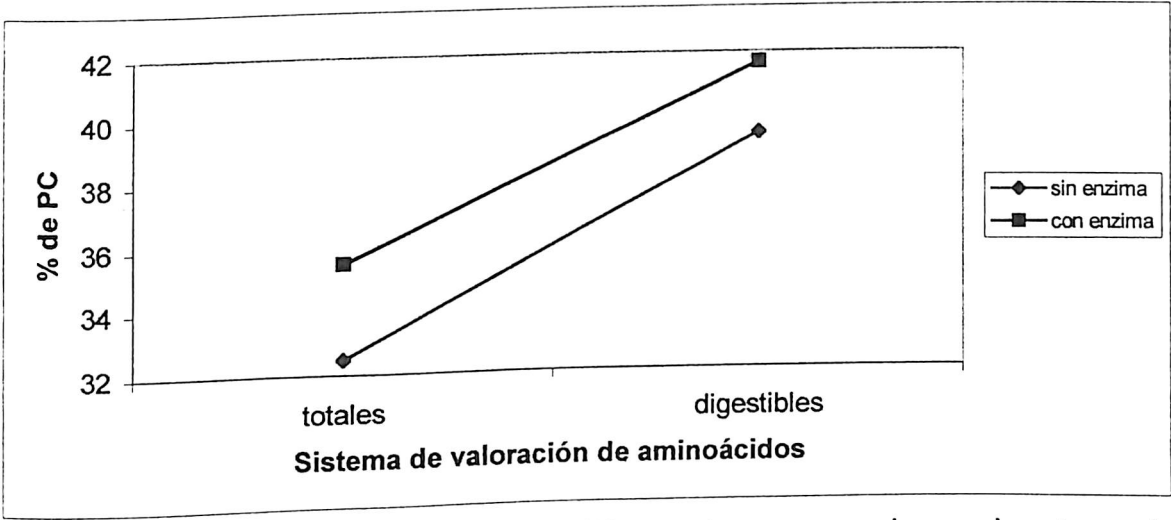


Figura 4.18. Contenido de proteína (%) en pierna y muslo, en la etapa de finalización

Cuadro 4.19. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo, en la etapa de finalización.

FACTOR B \ FACTOR A	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	15.5	13.3	14.4 ^b
A.A. DIGESTIBLES	12.8	11.4	12.1 ^a
MEDIA	14.2 ^b	12.4 ^a	13.3

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

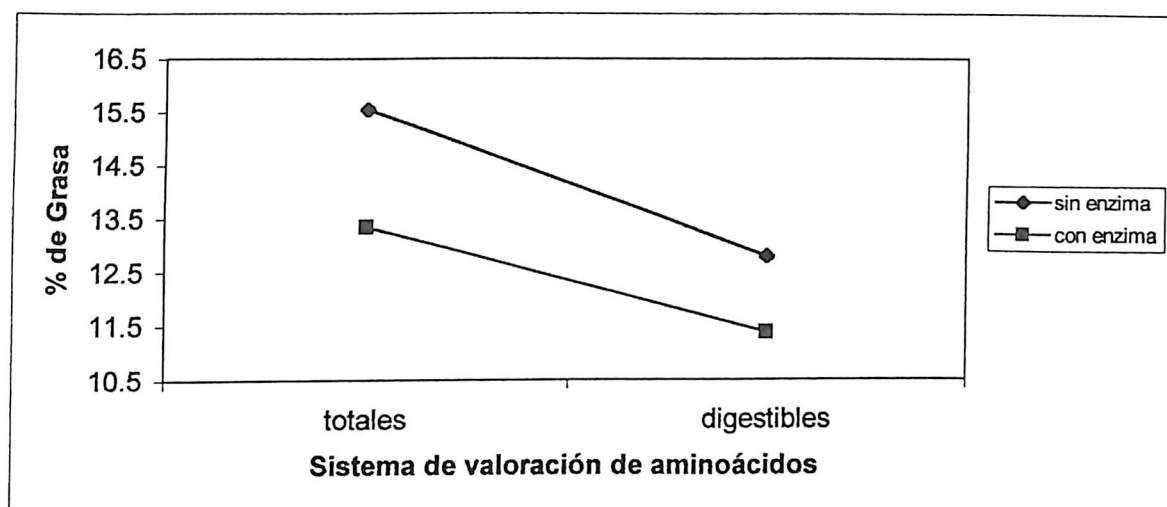


Figura 4.19. Contenido de grasa (%) en pierna y muslo, en la etapa de finalización.

Durante la etapa de finalización el contenido de proteína y grasa en pechuga mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración) y para el factor B (enzima), no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$). Para la interacción. (Cuadro 4.20 y Figura 4.20) y (Cuadro 4.21 y Figura 4.21). El tratamiento formulado por AAD presentó el mayor porcentaje de proteína y el menor porcentaje de grasa, siendo estas dos variables correlacionadas negativamente. A mayor porcentaje de proteína menor porcentaje de grasa. Esto nos indica la buena utilización de la proteína y energía por los animales; ya que se buscan canales magras. Maiorka *et al.* (1998), trabajaron con dietas que contenían dos niveles de energía (2900 y 3200 Kcal EM/kg, formuladas con alimentos

alternativos y en base a aminoácidos digestibles y totales. Los autores observaron que la utilización de fórmulas basadas en aminoácidos digestibles mejoró la ganancia de peso, el índice de conversión y la calidad de la canal. También comprobaron que dietas con más energía (3200 Kcal EM/kg) resultaron en un menor consumo, una mayor ganancia de peso y un mejor índice de conversión y presentaron más grasa abdominal.

Cuadro 4.20. Contenido de proteína (%) en pechuga, en la etapa de finalización.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	36.7	38.4	37.5 ^b
A.A. DIGESTIBLES	41.7	42.7	42.2 ^a
MEDIA	39.2 ^b	40.5 ^a	39.8

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

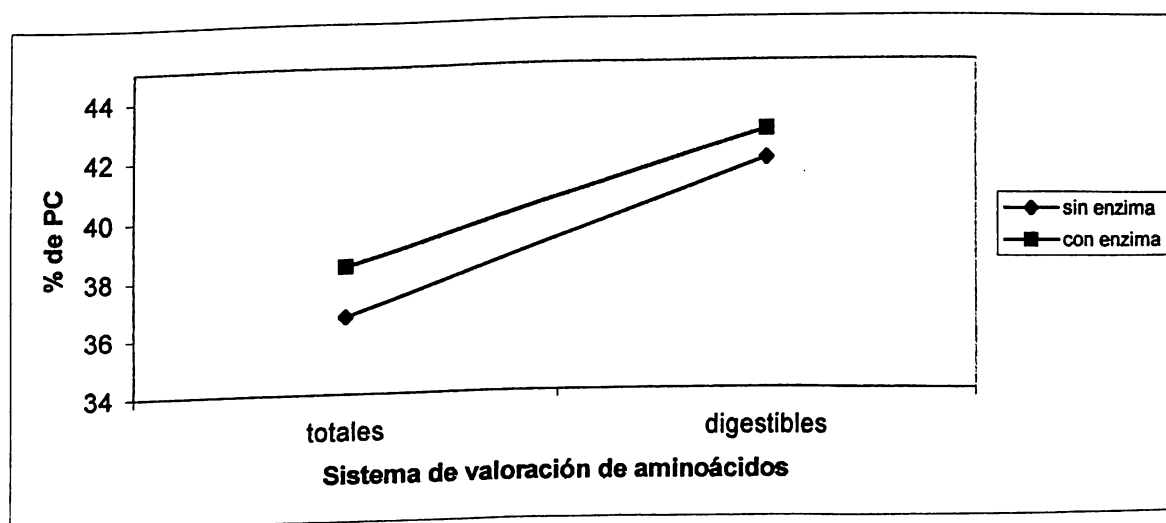


Figura 4.20. Contenido de proteína (%) en pechuga, en la etapa de finalización

Cuadro 4.21. Contenido de grasa (%) en pechuga, en la etapa de finalización.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	11.7	9.2	10.4 ^b
A.A. DIGESTIBLES	7.6	5.4	6.5 ^a
MEDIA	9.7 ^b	7.3 ^a	8.5

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

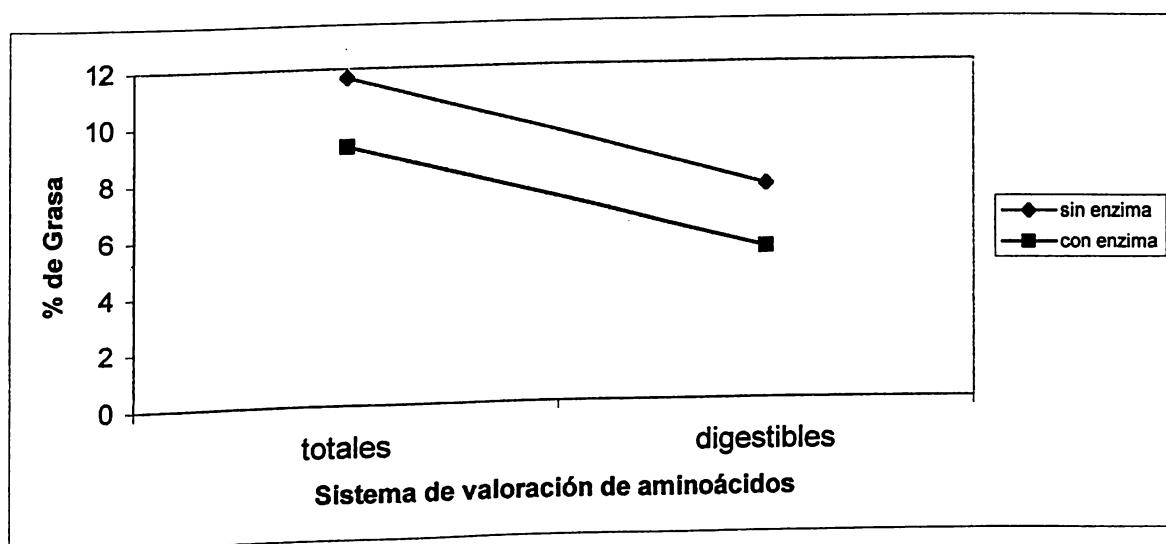


Figura 4.21. Contenido de grasa (%) en pechuga, en la etapa de finalización

El rendimiento en canal en la etapa de finalización presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración) y para el factor B (enzima), no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) para la interacción (Cuadro 4.22 y Figura 4.22), o sea que la formulación por aminoácidos digestibles mejora el rendimiento en canal de los pollos; mejorándose éste con la enzima.

Cuadro 4.22. Rendimiento en canal (%) en la etapa de finalización.

FACTOR A \ FACTOR B	SIN ENZIMAS	CON ENZIMAS	MEDIA
A.A. TOTALES	72.0	72.7	72.3 ^b
A.A. DIGESTIBLES	73.3	75.0	74.2 ^a
MEDIA	72.7 ^b	73.8 ^a	73.3

Literales diferentes entre hileras y columnas muestran diferencia estadística ($P \leq 0.01$)

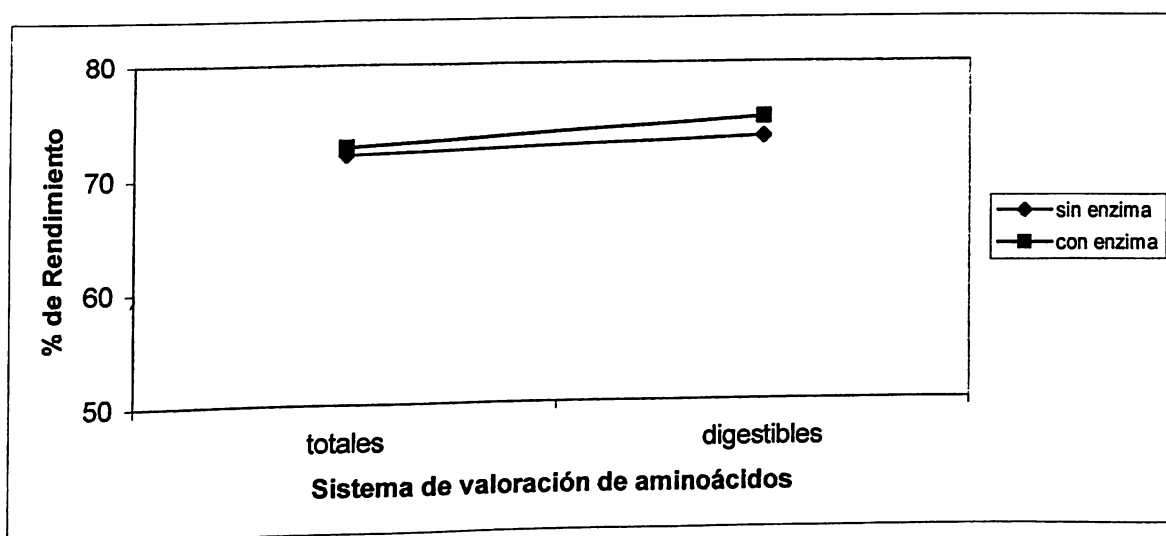


Figura 4.22. Rendimiento en canal (%) en la etapa de finalización

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente se tiene que hacer uso de dietas concentradas en energía y proteína para compensar el limitado consumo de alimento de los pollos, para así maximizar su crecimiento durante la fase de iniciación. Consecuentemente las fuentes primarias de energía en las dietas comerciales han sido tradicionalmente los cereales los cuales contienen bajos niveles de biodisponibilidad de la energía. Altas concentraciones de estos granos en la dieta provocan un comportamiento relativamente pobre de los pollos, sin embargo los resultados obtenidos en este trabajo, nos dan una pauta para mejorar este comportamiento al suplementar enzimas en la dieta; ya que con esto se obtiene una hidrólisis parcial de los granos, lo cual provoca un decremento en su viscosidad mejorando el comportamiento de los pollos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye lo siguiente:

En la alimentación de los reproductores, es conveniente formular la dieta en base a aminoácidos digestibles ya que con ello se mejora significativamente el incremento de peso vivo y la conversión alimenticia. Además, la relación de eficiencia proteica (REP) mejora resultando una mayor deposición de proteína cruda y menor deposición de grasa tanto en pierna y muslo, pechuga y en pollo completo. Lo anterior se presenta tanto para la etapa de iniciación como para la de finalización.

En este trabajo resultó benéfico adicionar un complejo enzimático, el cuál mejoró los parámetros arriba mencionados, aunque en menor escala. Sin embargo esto sucede solo en la etapa de iniciación y no tiene efecto en la de finalización, tal vez debido a que los pollos en dicha etapa ya cuentan con suficientes enzimas endógenas y quizás no es necesario adicionarlas al alimento.

Sin embargo la adición de enzimas mejoró significativamente el porcentaje de proteína y grasa en las diferentes partes evaluadas en las 2 etapas. El mayor contenido de proteína (por ciento) y menor contenido de grasa (por ciento) en la canal, posiblemente sea debido a un mayor

rompimiento, aprovechamiento y utilización de los enlaces peptídicos, causado por la acción de las proteasas contenidas en las enzimas adicionadas en la dieta. Esto ocasiona una liberación más rápida de los aminoácidos existentes en las cadenas de proteína, dejándolos con mayor disponibilidad para ser digeridos y posteriormente absorbidos por el ave.

Se concluye que las dietas formuladas en base a AAD/CE mejoran el comportamiento (incremento de peso, conversión alimenticia), la relación de eficiencia proteica (REP), las características de la canal, su contenido nutricional.

Por lo tanto se recomienda formular dietas para pollos reproductores en base a AAD/CE.

rechazado (semanalmente), se midió la ganancia de peso (g/sem) pesando individualmente las aves, se estimó la conversión alimenticia (g alimento/g incremento), se determinó la relación de eficiencia proteica (REP), la cual se obtuvo dividiendo la ganancia de peso entre el consumo por el por ciento de proteína contenido en el alimento. Se realizó un análisis bromatológico de pollo entero, pierna y pechuga en las dos etapas., para determinar el contenido de proteína y grasa.

El consumo de alimento no tuvo diferencias ($P > 0.05$) para la etapa de iniciación, por lo que podemos decir que el formular la dieta por aminoácidos totales o digestibles, no tiene ningún efecto sobre el consumo de alimento; al igual que el adicionar o no enzimas a la dieta. La ganancia de peso mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos) siendo el tratamiento formulado por AAD/CE el que tuvo la mayor ganancia de peso 693.29 g; se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el factor B (enzimas). Para la conversión alimenticia se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración de aminoácidos), y diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el factor B (enzima); de tal manera que el

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento para evaluar el comportamiento productivo de pollos al formular la dieta mediante dos sistemas de valoración de aminoácidos (digestibles vs. totales), así como la adición de un complejo enzimático. Se utilizaron 240 pollitos machos reproductores de un día de edad de la línea Arbor Acres, se formaron 16 grupos de 15 c/u. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B. Factor A = sistema de valoración de aminoácidos en 2 niveles aminoácidos totales (AAT) y aminoácidos digestibles (AAD) y factor B = complejo enzimático en 2 niveles con enzima (CE) y sin enzima (SE).

El experimento se realizó en dos etapas. La alimentación fue con dietas isocalóricas e isoprotéicas. Iniciación (0-4 semanas) y finalización (5-8 semanas). Se realizó un análisis bromatológico de cada uno de los ingredientes a utilizar para tener información real para la elaboración de las dietas. Para luego realizar la prueba de comportamiento alimenticio donde se midieron los consumos de alimento (BS) mediante el pesaje de ofrecido y

sistema de valoración por aminoácidos digestibles fue el que tuvo la mejor conversión (1.82 g/g) con enzima y (1.85 g/g) sin enzima. En cuanto a los resultados obtenidos de la relación de eficiencia proteica, el tratamiento formulado por AAD/CE, fue el que obtuvo el valor más alto; el cual fue de 2.072.

Al analizar estadísticamente los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de las distintas partes estudiadas, se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos) y para el factor B (enzimas), siendo el tratamiento formulado por AAD/CE el que presentó el porcentaje más alto de proteína y el más bajo de grasa para cada caso. Se encontró que existe una correlación negativa entre el contenido de proteína y el contenido de grasa; ya que ha mayor porcentaje de proteína el porcentaje de grasa es menor. Esta tendencia fue igual para pierna y muslo, pechuga y pollo entero. Para el rendimiento en canal se encontró que este fue mayor en el tratamiento que fue formulado por AAD/CE.

En la etapa de finalización para el consumo de alimento se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el factor A (sistema de valoración de aminoácidos) siendo el tratamiento que contenía aminoácidos digestibles el que tuvo el menor consumo 2866 g. La ganancia de peso mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (valoración de aminoácidos) o sea que al formular la dieta por aminoácidos digestibles se obtienen mejores aumentos de peso. Para la conversión alimenticia se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración). Obteniendo una conversión de 2.09 g/g al formular por aminoácidos digestibles con enzima y una conversión de 2.19 g/g al formular con aminoácidos digestibles sin enzima. Durante esta etapa los valores de relación de eficiencia proteica mostraron diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración de aminoácidos), encontrando una mayor relación de eficiencia proteica al formular la dieta por aminoácidos digestibles 1.806.

Para el contenido de proteína y grasa en la etapa de finalización en pierna y muslo, pechuga y pollo entero se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración de

aminoácidos); siendo la formulación por aminoácidos digestibles la que obtuvo el mayor porcentaje de proteína y el menor porcentaje de grasa en cada una de las partes analizadas. Para el factor B (enzimas) solamente se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el contenido de proteína y grasa en pollo entero, obteniendo más proteína y menos grasa al adicionar enzimas a la dieta. Para el porcentaje de proteína y grasa en pierna y pechuga se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para este factor. O sea que hubo un porcentaje mayor de proteína y una menor deposición de grasa al adicionar enzimas a la dieta. Para la interacción sistema - enzima no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) para ninguna de las partes estudiadas.

Para el rendimiento en canal se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el factor A (sistema de valoración) y para el factor B (enzimas) encontrando un mayor rendimiento en canal al formular por AAD/CE.

LITERATURA CITADA

- Aletor, I. Hamid; E. Niess y E. Pfeffer. 2000. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. *J. the Sci. of Food and Agric.* 80: 547-554.
- Ávila G. E. 1986. Alimentación de las Aves. Primera edición. Editorial Trillas. México. PP 103-105.
- Bedford, M.R.; T.A. Scott; F.G. Silversides y H.L. Classen. 1998. The effect of wheat cultivar, growing environment, and enzyme supplementation on digestibility of amino acids by broilers. *Canadian J. Anim. Sci.* 78: 335-342.
- Bernar, D.E. y J.M. Nab. 1997. Effect Vegpro on true amino acid digestibilities of 48% crude protein soybean meal fed to eighth three week old chicks or adult cockerel. *Poultry Sci.* 73: 605-614.
- Bondi, A.A. 1988. Nutrición Animal. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza España. PP 10-12.
- Castelló, J.A. 1977. Nutrición de las Aves. Primera edición. Ediciones Serbeti. España. PP 18-31.
- Chae, B.J. y K. Han. 1995. Studies on the determination of amino-acid availability for broiler-type chicks. 1. Bioavailable amino-acid values for corn, sorghum, soybean meal and fish meal as measured by two different bioassays. *J. Animal. Sci.* 26: 372-379.
- Cole, D.J.A. y R.A. Lawrie. 1974. Meat, Enzyme supplementation of a poultry diet containing grain. *Poultry Sci.* 89: 215-228.

- Cole, H.H y R. Magmar. 1974. Curso de Zootecnia. Editorial Acribia. Zaragoza España. PP 341-350.
- Costa, D. B., C.A. Ivy y E.L. Stephenson. 1999. Methods for determining amino acid availability of feed. Poultry Sci. 48: 2135-2137.
- ✓ Cuca G., M., E. Ávila G. y A. Pro M. 1990. Alimentación de las Aves. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. PP 12-16
- ✓ Cuca G., M., E. Ávila G. y A. Pro M. 1996. Alimentación de las Aves. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. PP 17-22.
- Dari, R.L. 1996. Note on the effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. Poultry Sci. 0 31:255-260.
- Dari, R.L. y A.M. Penz. 1996. The use of digestible amino acid and ideal protein concept in diet formulation for broilers. Poultry Sci. 20:345-358.
- Edmons, H.S., J.M. Pupa y J.L. Rangel. 1985. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acid. Poultry Sci. 4: 293-299.
- Fancher, V. Y W.L. Jensen. 1989. Evaluation of meat and bone meal in broilers starter diets formulated on the basis of total or digestible amino acids. Poultry Sci. 28:169-180.
- Fernández, S.R., Y. Zhang y C.M. Parsons. 1995. Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. Poultry Sci. 74: 1168-1179.
- Friesen, O.D., W. Guenter, R.R. Marquardt y B.A. Rotter. 1991. The effects of enzyme supplementation on the nutritive value of rye grain (*Secale cereal*) for the young broiler chick. Poultry Sci. 70: 2501-2508.
- Friesen, O.D., W. Guenter, R.R. Marquardt y B.A. Rotter. 1992. The effects of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibilities of wheat, barley, oats and rye for the young broiler chick. Poultry Sci. 71: 1710-1721.

- Hamilton, R.N. y F.G. Proudfoot. 1995. Ingredient particle size and feed texture: Effects on the performance of broiler chickens. *Anim. Feed. Sci.* 51: 20-35.
- Hill, F. y F.M. Ocarroll. 1992. The chemical composition of pig carcass of pork bacon, and manufacturing weights. *J. Agr. Res.* 1:115-130.
- Kirchgessner, M. y B.R. Paulicks. 1995. Estimation of the requirement of protein, aminoacids and micro nutrients of poultry using diet self selection. *Poultry Sci.* 59: 305-310.
- Lawrie, R.A. 1977. *Meat Science*, 2nd Edition Oxford. Pergamon.
- Likuski, H.J.A. y H.G. Dorrell. 1992. A bioassay for rapid determinations of amino acid availability values. *Poultry Sci.* 57: 1658-1660.
- Lushbough, C.H. y B.S. Schweigert, 1990. *The Science of Meat and Meat Products*, American Meat Institute Foundation.
- Mack, S., D. Bercovici y J.B. Schutte. 1999. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *Brit. Poultry Sci.* 40:257-263.
- Maiorka, A., N. Magro y H.A. Bartels. 1998. Amino acid requirement of broiler chicks in relation to the crude protein level. *Poultry Sci.* 9: 315-325.
- MacLean A.B., Y. Webster y D.M. Anderson. 1994. Effect of 2-row or 6-row barley and a commercial enzyme preparation on growing-fishing broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. *Canadian J. of Anim. Sci.* 74: 511-517.
- Mc Meeckan, C.P. 1998. Growth and development in the pig with special reference to carcass quality characters. *J. Agr. Sci.* 30: 276-343.
- Mendoza H.,J.M. 1983. *Boletín Meteorológico Para la Zona de Influencia de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". U A A A N.* Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Mont, A. 1995. Effect of antimicrobial growth promoter feeds with different levels of undigestible protein on broiler performance. *Poultry Sci.* 4:512-521.
- Morely, A.J. 1995. *Avicultura. Segunda Edición.* Editorial Hispano América. México, D.F. PP 501-502.
- Murakmi, A.E., E.R.M. García, A.C. Furlan y C. Scapinello. 1997. Adición de enzimas en alimentos balanceados a base de maíz y soya para pollos de engorda. *Tecnología Aviecuaria*,. PP 48 -50.
- ✓ National Research Council (N.R.C.) 1994. *Nutrient Requirements of Poultry.* Washington D. C., USA.
- ✓ North, M.O. 1996. *Manual de Producción Avícola. Segunda edición.* Editorial El Manual Moderno. México. PP.95-98.
- Parsons, C.M. 1985. Influence of caecectomy on digestibility of amino acids by roosters fed distillers dried grains with solubles. *J. Agric. Sci.* 104: 469-472.
- Parsons, C.M. 1986. Determination of digestible and available amino acids in meat meal using conventional and caecectomized cockerels or chick growth assays. *Brit. J. Nutr.* 56: 227-240.
- Parsons, C.M., D.H. Baker, J. Han y F. Catanon. 1990. Absorption and bioavailability of DL-methionine hydroxy analog compared to DL-methionine. *Poultry Sci.* 69: 281-287.
- Petterson, D. y P. Aman. 1989. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. *Brit. J. Nutr.* 62: 139-149.
- Pinchasov, R.M., D.H. Baker y O.A. Izquierdo. 1990. Dietary interactions influencing amino acid utilization by poultry. *Poultry Sci.* 44:92-102.
- Portsmouth, J. 1986. *Avicultura Práctica. Segunda Edición.* Editorial CECSA. México, D.F. PP 7-8.

- Potter L. 1995. Metabolizable energy and digestibility coefficients of barley for chicks as influenced by water treatment or by presence of fungal enzyme. *Poultry Sci.* 44: 565-573.
- Ramírez P, S.J., G. J. I. García., G.J.M. Cuca y R. M. Cervantes. 1984. Adición de treonina a dietas con diferentes niveles de proteína para pollos de engorda. UACH. Revista Chapingo, Chapingo, México. PP 62-66.
- Schang, M.J., J.O. Azcona y J.E. Arias. 1996. El uso de Allzyme Vegpro en dietas para pollos en crecimiento. Memorias. Sexta ronda latinoamericana de Altech. Nicholasville, Kentucky, USA. PP 65-71.
- Shimada S. Armando. 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Primera edición. PP 41-53. Toluca, Edo. De México.
- Schutte, J.B. y M. Pack. 1995. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight day of age 1. Performance and carcass yield. *Poultry Sci.* 45: 815-822.
- Soares, J.H., JR. D. Miller, N. Fitz y M. Sanders. 1971. Some factors affecting the biological availability of amino acids in fish protein. *Poultry Sci.* 50: 1134-1143.
- Steel, D.R.G. y J.H. Torrie. 1986. Bioestadística . Principios y procedimientos. 2da edición. Mc Graww-Hill. PP 348. España.
- Summers, J.D. y H. Fisher. 1991. Net protein values for the growing chickens as determined by carcass analysis: Exploitation of the method. *J. Nutr.* 75: 435-442.
- Tejada, H.I. 1983. Control de Calidad y Análisis de Alimentos. Sistema de educación continua en producción animal, A.C. Toluca, Edo. De México.
- Torrijos, J.A. 1967. La Cría del Pollo de Carne. Primera edición. Ediciones Aedos. España. PP 34-36.

- Vandepopuliere, J.M. y J.J. Lyons. 1993. The effect of enzymes supplementation of broiler diet formulated with soybean meal or distillers dried grains + solubles. Poultry Sci. 72: 88 (Abstracts).
- Vázquez, M. Y G.M. Pesti. 1997. Estimation of the lysine requirement of broiler chicks for maximum body gain and feed efficiency. Poultry Sci. 6:241-246.
- Warnick, R.E. Y J.O. Anderson. 1968. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. Poultry Sci. 47: 281-287.
- Watkins, B.A. y Y. Mirosh. 1988. White lupin as a protein source for layers. Poultry Sci. 66:1798-1800.
- Weigel, J.C. 1991. Medición de la calidad en fuentes de proteínas vegetales. X Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura. AMENA. México. PP 75-82.
- Yanming, J.B., W. Smink y J.L.O Donzele. 1992. Requirements for apparent fecal digestible lysine of broiler chicks in the starting, growing and finishing phase. Poultry Sci. 14:1260-1271.

APENDICE

Etapas de Iniciación

Consumo de alimento

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	158	158	0.2940	0.603 NS
FACTOR B	1	112	112	0.2084	0.660 NS
INTERACCIÓN	1	166	166	0.3088	0.594 NS
ERROR	12	6450	537		
TOTAL	15	6886			

NS No Significativo

C.V.=1.83%

Ganancia de peso

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	54517.50	54517.50	113.33	0.000 **
FACTOR B	1	3704.50	3704.50	7.70	0.016 *
INTERACCIÓN	1	984.50	984.50	2.04	0.176 NS
ERROR	12	5772.50	481.04		
TOTAL	15	64979			

** Altamente Significativo

* Significativo

NS No Significativo

C.V.= 3.45%

Conversión alimenticia

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	0.5365	0.5365	70.15	0.000 **
FACTOR B	1	0.0517	0.0517	6.77	0.022 *
INTERACCIÓN	1	0.0263	0.0263	3.45	0.085 NS
ERROR	12	0.0917	0.0076		
TOTAL	15	0.7065			

** Altamente Significativo

* Significativo

NS No Significativo

C.V.= 4.33%

Relación de eficiencia proteica**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	0.438927	0.438927	96.3399	0.000 **
FACTOR B	1	0.033325	0.033325	7.3145	0.018 *
INTERACCIÓN	1	0.002235	0.002235	0.4907	0.503 NS
ERROR	12	0.054672	0.004556		
TOTAL	15	0.529160			

** Altamente Significativo

* Significativo

NS No Significativo

C.V. = 3.60%

Contenido de proteína (%) en pollo entero**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	86.491211	86.491211	391.3122	0.000 **
FACTOR B	1	27.248047	27.248047	123.2784	0.000 **
INTERACCIÓN	1	0.107422	0.107422	0.4860	0.505 NS
ERROR	12	2.652344	0.221029		
TOTAL	15	116.499023			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 1.57%

Contenido de grasa (%) en pollo entero**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	4.305908	4.305908	30.3737	0.000 **
FACTOR B	1	4.409912	4.409912	31.1073	0.000 **
INTERACCIÓN	1	0.039795	0.039795	0.2807	0.611 NS
ERROR	12	1.701172	0.141764		
TOTAL	15	10.456787			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 3.27%

Contenido de proteína (%) en pierna y muslo**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	43.394531	43.394531	297.8950	0.000 **
FACTOR B	1	13.820313	13.820313	94.8737	0.000 **
INTERACCIÓN	1	0.007813	0.007813	0.0536	0.815 NS
ERROR	12	1.748047	0.145671		
TOTAL	15	58.970703			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 1.19%

Contenido de grasa (%) en pierna y muslo**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	3.638428	3.638428	36.3008	0.000 **
FACTOR B	1	2.410278	2.410278	24.0475	0.001 **
INTERACCIÓN	1	0.011597	0.011597	0.1157	0.738 NS
ERROR	12	1.202759	0.100230		
TOTAL	15	7.263062			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 2.97%

Contenido de proteína (%) en pechuga**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	156.695313	156.695313	282.0791	0.000 **
FACTOR B	1	24.582031	24.582031	44.2520	0.000 **
INTERACCIÓN	1	1.917969	1.917969	3.4527	0.085 NS
ERROR	12	6.666016	0.555501		
TOTAL	15	189.861328			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 2.14%

Contenido de grasa (%) en pechuga**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	35.700562	35.700562	304.7506	0.000 **
FACTOR B	1	4.019897	4.019897	34.3150	0.000 **
INTERACCIÓN	1	0.006531	0.006531	0.0557	0.812 NS
ERROR	12	1.405762	0.117147		
TOTAL	15	41.132751			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 4.53%

Rendimiento en canal (%)**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	72.250000	72.250000	133.3846	0.000 **
FACTOR B	1	25.0000	25.0000	46.1538	0.000 **
INTERACCIÓN	1	2.2500	2.2500	4.1538	0.062 NS
ERROR	12	6.5000	0.5416		
TOTAL	15	106.0000			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V. = 1.03%

Etapa de Finalización

Consumo de alimento

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	30496	30496	5.5017	0.045 *
FACTOR B	1	3640	3640	0.6567	0.554 NS
INTERACCIÓN	1	184	184	0.0332	0.854 NS
ERROR	8	44344	5543		
TOTAL	11	78664			

* Significativo

NS No Significativo

C.V.= 2.54%

Ganancia de peso

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	20268	20268	15.07	0.005 **
FACTOR B	1	702	702	0.52	0.504 NS
INTERACCIÓN	1	3070	3070	2.28	0.167 NS
ERROR	8	10758	1344.75		
TOTAL	11	34798			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 2.80%

Conversión alimenticia

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	0.1452	0.1452	29.53	0.001 **
FACTOR B	1	0.0075	0.0075	1.52	0.251 NS
INTERACCIÓN	1	0.0065	0.0065	1.33	0.282 NS
ERROR	8	0.0393	0.0049		
TOTAL	11	0.1985			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 3.12%

Relación de eficiencia proteica**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	0.075214	0.075214	34.5836	0.001 **
FACTOR B	1	0.003010	0.003010	1.3839	0.273 NS
INTERACCIÓN	1	0.001404	0.001404	0.6455	0.550 NS
ERROR	8	0.017399	0.002175		
TOTAL	11	0.097027			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 2.70%

Contenido de proteína (%) en pollo entero**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	70.954102	70.954102	21.7349	0.002 **
FACTOR B	1	21.493164	21.493164	6.5839	0.032 *
INTERACCIÓN	1	2.633789	2.633789	0.8068	0.601 NS
ERROR	8	26.116211	3.264526		
TOTAL	11	121.197266			

** Altamente Significativo

* Significativo

NS No Significativo

C.V. = 5.70%

Contenido de grasa (%) en pollo entero**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	20.514648	20.514648	194.0600	0.000 **
FACTOR B	1	0.891113	0.891113	8.4296	0.019 *
INTERACCIÓN	1	4.775391	4.775391	45.1732	0.061 NS
ERROR	8	0.845703	0.105713		
TOTAL	11	27.026855			

** Altamente Significativo

* Significativo

NS No Significativo

C.V.= 2.05%

Contenido de proteína (%) en pierna y muslo**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	128.640625	128.640625	678.1364	0.000 **
FACTOR B	1	20.986328	20.986328	110.6306	0.000 **
INTERACCIÓN	1	0.486328	0.486328	2.5637	0.146 NS
ERROR	8	1.517578	0.189697		
TOTAL	11	151.630859			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 1.17%

Contenido de grasa (%) en pierna y muslo**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	16.873779	16.873779	182.4818	0.000 **
FACTOR B	1	9.809570	9.809570	106.0858	0.000 **
INTERACCIÓN	1	0.484619	0.484619	5.2409	0.064 NS
ERROR	8	0.739746	0.092468		
TOTAL	11	27.907715			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 2.29%

Contenido de proteína (%) en pechuga**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	65.101563	65.101563	441.4834	0.000 **
FACTOR B	1	5.455078	5.455078	36.9934	0.001 **
INTERACCIÓN	1	0.443359	0.443359	3.0066	0.119 NS
ERROR	8	1.179688	0.147461		
TOTAL	11	72.179688			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 0.96%

Contenido de grasa (%) en pechuga**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	46.413391	46.413391	346.2434	0.000**
FACTOR B	1	16.380005	16.380005	122.1946	0.000**
INTERACCIÓN	1	0.024170	0.024170	0.1803	0.684 NS
ERROR	8	1.072388	0.134048		
TOTAL	11	63.889954			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 4.31%

Rendimiento en canal (%)**ANÁLISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P > F
FACTOR A	1	10.082031	10.082031	60.5513	0.000 **
FACTOR B	1	4.082031	4.082031	24.5161	0.001 **
INTERACCIÓN	1	0.753906	0.753906	4.5279	0.064 NS
ERROR	8	1.332031	0.166504		
TOTAL	11	16.250000			

** Altamente Significativo

NS No Significativo

C.V.= 0.56%