

UTILIZACION DE ENZIMAS PARA INCREMENTAR
LA ENERGIA METABOLIZABLE Y PROTEINA
DIGESTIBLE EN DIETAS PARA POLLOS DE
ENGORDA.

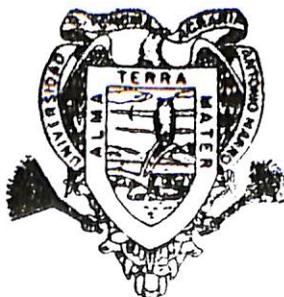
LEONEL PEÑA MONTOYA

T E S I S

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



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBOATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1998

000004

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

UTILIZACIÓN DE ENZIMAS PARA INCREMENTAR LA ENERGÍA
METABOLIZABLE Y PROTEÍNA DIGESTIBLE EN DIETAS PARA POLLOS DE
ENGORDA

TESIS

POR

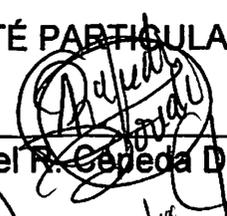
LEONEL PEÑA MONTOYA

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada
como requisito parcial, para optar al grado de:

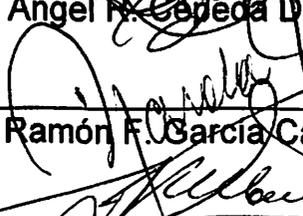
MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICIÓN ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR

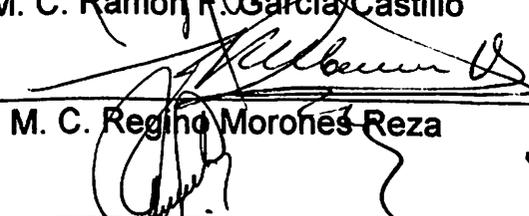
Asesor principal:

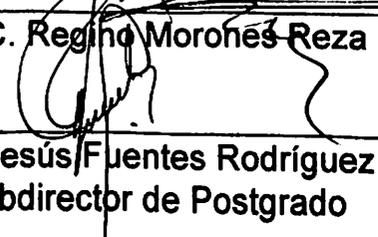

M. C. Angel R. Cárdena Dovala

Asesor :


M. C. Ramón F. García Castillo

Asesor:


M. C. Regino Morones Reza


Dr. Jesús Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 1998.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar con todo mi amor a mi hijito querido Leonelito que aunque ya no está conmigo siempre lo recordaré.

AGRADECIMIENTOS

Con todo mi cariño para:

Amelia Amaretta

Mi amada esposa, quien siempre me ha dado amor, comprensión y confianza, apoyando todas las cosas que he querido emprender

Amelia Nohemy y María Fernanda

Mis hijas, con todo el amor que un padre puede quererlas, por esos momentos en que tuvieron que prescindir de mi presencia para culminar mi carrera.

Luis Leonel y Nohemy

Mis padres, con el eterno cariño de su hijo que con sus consejos y apoyo dieron lo mejor de si para hacer de mi un hombre de provecho.

Mayra y Luis

Ese par de seres con quienes compartí pocos pero muy gratos momentos de mi niñez y juventud, mis hermanos.

María Guadalupe y Silvestre Antonio

Mis padres políticos, quienes me entregaron uno de sus más valiosos tesoros y me han ayudado y comprendido desinteresadamente con el único propósito que les inspira el cariño hacia un hijo

Yocasta Leonor, Bienvenida Martha Guadalupe y Rosa Altagracia

Mis cuñadas, en quienes siempre encontré amistad y sentimientos nobles para conmigo

Al Ing. M. C. Angel R. Cepeda Dovala, por su asesoría para la realización de este trabajo.

Al Ing. M. C. Regino Morones Reza, quien con sus bastos conocimientos sobre los diseños experimentales enriqueció los análisis estadísticos aquí contenidos para lograr un mejor provecho de este experimento.

Al Ing. M. C. Ramón F. García Castillo, mi buen amigo quien sin sus consejos y colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

A la L. C. Q. Cecilia Burciaga Dávila, por su amistad, apoyo y colaboración para la realización de los análisis de Laboratorio.

A la L. C. B. Laura Maricela Lara López, también por su ayuda para efectuar los análisis de Laboratorio.

A la Ing. Martha Laura Villasana G. por su colaboración desinteresada para la realización de este trabajo.

Al Ing. M. C. José Eduardo García Martínez por sus consejos y haber despertado la inquietud de trabajos como el que desarrollamos.

Al Sr. Raymundo Garza por la donación de las aves para la realización del experimento.

Al Ing Rigoberto Piña Piña por haber proporcionado el alimento para llevar a cabo dicho experimento.

A mis maestros, compañeros y amigos quienes contribuyeron de muchas maneras a mi formación dentro de esta Universidad.

A mi ALMA MATER

A Dios por darme la vida y llenarla de todas las cosas que un hombre puede merecer.

COMPENDIO

Utilización de Enzimas para Incrementar la Energía Metabolizable y Proteína Digestible
en Dietas para Pollos de Engorda.

Por

LEONEL PEÑA MONTOYA

MAESTRIA

NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1998.

Ing. M. C. Angel R. Cepeda Dovala - Asesor -

Palabras clave: Enzimas, digestibilidad, energía metabolizable, pollo de engorda.

Se realizó un experimento con el propósito de estimar el efecto de las enzimas sobre la digestibilidad de la proteína cruda y la eficiencia de la utilización de la energía metabolizable, en dietas para pollos de engorda hechas a base de sorgo y soya, mediante una prueba de comportamiento de 1 a 49 días de edad.

El análisis de los datos se hizo por medio de un diseño completamente al azar con niveles de inclusión de las enzimas de 0.0, 0.05, 0.10 y 0.15%, con dietas isoprotéicas e isocalóricas en la etapa de iniciación, para todos los tratamientos.

El consumo de alimento y la ganancia de peso no se afectó ($P > 0.05$) en los periodos de iniciación, finalización e iniciación-finalización por la adición de enzimas. La eficiencia de conversión, se incrementó ($P < 0.01$) en 1.78, 4.01 y 4.91 por ciento para los niveles de 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de enzimas, respectivamente.

Las digestibilidades de la proteína y fibra crudas se aumentaron ($P < 0.05$) en 0.97, 1.05 y 1.82 por ciento y 12.96, 22.22 y 27.77 por ciento, respectivamente, para los mismos niveles enzimáticos anteriores. De la misma forma la EMAn se afectó positivamente ($P < 0.05$) incrementándose su utilización en 3.35, 4.20 y 4.8 por ciento comparada a la dieta de referencia.

Al realizar ajustes de regresión polinomial y en base a las ecuaciones de tendencia obtenidas decimos que, podemos incluir las enzimas a niveles de 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento en dietas para iniciación sin que esto tenga un efecto negativo en el comportamiento productivo de las aves.

ABSTRACT

Use of Enzymes to Encrease the Metabolizable Energy and Digestible Protein
in Broiler Chicken Diets.

by

LEONEL PEÑA MONTOYA

MASTER OF SCIENCES
ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE, 1998.

Ing. M. C. Angel R. Cepeda Dovala - Adviser -

Key words: Enzymes, digestibility, metabolizable energy, broiler chicken.

One experiment was conducted to study the effect of enzymes on the digestibility of crude protein and the metabolizable energy performance in broiler chicken diets made with soya and sorghum meal, through a behavior test from days 1 to 49 of age.

Data were analyzed using a randomized design with four levels of inclusion, 0.00, 0.05, 0.10 and 0.15 per cent with isocaloric and isoproteic starter diets for all treatments.

The feed intake and weight gain were not affected ($P>0.05$) in the starter, finisher and starter-finisher phases by the enzymes supplementation. The feed conversion was improved ($P<0.01$) in 1.78, 4.01 and 4.91 per cent by the levels of 0.05, 0.10 and 0.15 per cent of enzymes addition, respectively.

Both digestibilities, protein and crude fiber were increased ($P<0.05$) in 0.97, 1.05 and 1.82 per cent and in 12.96, 22.22 and 27.77 per cent, respectively for the same enzymatic levels mentioned before. Same way the AMEn was positively affected ($P<0.05$) improving its utilization in 3.35, 4.20 and 4.8 per cent in comparison with the reference diet.

Regression procedures were used to determine the equation model to support the decision to use the enzymes at 0.05, 0.10 and 0.15 per cent levels in starter diets without this giving us a negative effect in the productive behavior of birds.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Incremento de la Energía Metabolizable y la Digestibilidad de la Poteína por la Adición de Ezimas	5
El Sorgo y la Soya Como Fuentes Principales de Energía y Proteína.....	9
MATERIALES Y METODOS.....	11
Primera Etapa. Iniciación.....	11
Dosis de Respuesta Enzimática y su Efecto Sobre la Digestibilidad de la Materia Seca, Proteína Cruda Fibra Cruda y Energía Metabolizable Aparente.....	11
Segunda Etapa. Finalización.....	15
Análisis Químicos.....	17
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	19
Modelo del Diseño Completamente al Azar.....	20
Modelo Multiplicativo.....	21
RESULTADOS Y DISCUSION.....	23

Primera Etapa. Dosis de Respuesta Enzimática y su Efecto Sobre	
las Variables Evaluadas.....	23
Período de Iniciación.....	23
Consumo de Alimento.....	23
Aumento de Peso.....	26
Conversión Alimenticia.....	27
Digestibilidad de la Materia Seca.....	29
Digestibilidad de la Fibra Cruda.....	32
Digestibilidad de la Proteína Cruda.....	34
Energía Metabolizable Aparente Corregida por Nitrógeno.....	37
Segunda Etapa. Prueba de comportamiento.....	41
Período de Finalización.....	41
Consumo de alimento.....	41
Aumento de Peso.....	42
Conversión Alimenticia.....	43
Período de Iniciación-Finalización.....	44
Consumo de Alimento.....	45
Aumento de Peso.....	46
Conversión Alimenticia.....	46
RESUMEN.....	51

LITERATURA CITADA.....	54
CONCLUSIONES.....	49
APENDICE A.....	57
APENDICE B.....	62
APENDICE C.....	84

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
3.1 Composición (%) de la dieta experimental conteniendo los cuatro niveles de incorporación de enzimas para la primera etapa.....	14
3.2 Composición (%) de la dieta utilizada para la segunda etapa de finalización.....	16
4.1 Medias de respuesta para las variables consumo de alimento ganancia de peso y conversión alimenticia, durante la primera etapa.....	23
4.2 Medias de respuesta de las variables digestibilidad de materia seca proteína cruda, fibra cruda y energía metabolizable para la primera etapa.....	30
4.3 Medias de respuesta para las variables consumo de alimento ganancia de peso y conversión alimenticia, por tratamiento para la segunda etapa (Finalización).....	41
4.4 Medias de respuesta para las variables consumo de alimento ganancia de peso y conversión alimenticia, para las dos etapas de producción, Iniciación-Finalización.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
No.	
4.1 Consumo de alimento durante la primera etapa.....	24
4.2 Efecto de la adición de enzimas sobre el consumo de alimento en la primera etapa.....	25
4.3 Efecto de la adición de enzimas sobre la conversión alimenticia para la primera etapa.....	28
4.4 Efecto de la adición de enzimas sobre la digestibilidad aparente de la materia seca.....	31
4.5 Efecto de las enzimas sobre la digestibilidad aparente de la fibra cruda.....	34
4.6 Efecto de las enzimas sobre la digestibilidad aparente de la proteína cruda.....	36
4.7 Efecto de las enzimas sobre la energía metabolizable aparente por corrección de nitrógeno.....	40
4.8 Efecto de la adición de enzimas sobre la conversión alimenticia de todo el experimento.....	47

INTRODUCCIÓN

Las dietas con alto contenido energético y protéico han sido utilizadas para suplir los requerimientos de los pollos, que debido a su metabolismo acelerado requieren grandes cantidades de energía y nutrientes y así desarrollarse en las diferentes fases de su alimentación.

Los ingredientes frecuentemente utilizados en la alimentación de aves y pollos de engorda son principalmente el maíz, el sorgo y la soya; aunque en otros países, se emplea el trigo, el centeno, la cebada y la avena como fuentes energéticas.

En las aves jóvenes el aparato digestivo está muy inmaduro, por lo que la producción de enzimas no es suficiente. Por esto, se hacen cada vez más investigaciones tratando de encontrar una mejor utilización de los ingredientes, al aumentar el consumo de alimento su digestibilidad y absorción.

Los genetistas han creado líneas de aves con metabolismo muy acelerado y los nutriólogos deben satisfacer las demandas de nutrientes que estos animales requieren para un óptimo desempeño. Sin embargo, la calidad y disponibilidad de los granos no cumple la exigencias así como las fuentes protéicas y energéticas son cada vez más inaccesibles y costosas.

Conociendo las limitaciones anatómo-fisiológicas del ave es necesario ayudarla con la finalidad de mejorar la disponibilidad de los nutrientes de la dieta. El uso de aditivos, pueden beneficiar el metabolismo del ave, al actuar directamente sobre el alimento. Las enzimas, ayudan en su degradación, incrementando la disponibilidad de algunos compuestos nutritivos, en beneficio del comportamiento animal.

En diversos estudios como los de Potter *et al.* (1965) y Schutte (1990), se ha encontrado que al emplear enzimas en las dietas para pollos de engorda, se mejora notablemente la digestibilidad de la proteína, grasa y la energía metabolizable, observando una conversión alimenticia más eficiente. Esto traería como consecuencia una disminución notable en los costos de producción que normalmente en las explotaciones avícolas representa de un 60 a un 80 por ciento por concepto de alimentación

El efecto de las enzimas sobre el aumento de peso, conversión alimenticia y la energía metabolizable de algunos ingredientes está bien definido. Por otra parte, pocos reportes existen sobre el efecto que producen al utilizarlas en dietas a base de sorgo y soya. Como consecuencia de esto se requiere estudiar su comportamiento en este tipo de dietas.

Acorde a lo anterior los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar el nivel de inclusión de las enzimas que haga más eficiente la utilización de la energía metabolizable y la proteína digestible contenidas en la dieta.
- Analizar y evaluar el comportamiento productivo de pollos alimentados con dietas suplementadas con enzimas, en base a consumo, aumento de peso y conversión alimenticia.

Hipótesis:

Científica: Las enzimas en el sistema gastrointestinal desdoblarán los carbohidratos, las proteínas y las grasas del alimento para liberar la mayor cantidad de nutrientes y energía contenidos en estos tres grupos, haciéndolos más disponibles, los cuales serán asimilados por el ave para utilizarlos en la producción de biomasa, en menor tiempo.

Estadística: Los niveles de inclusión de las enzimas en las dietas para pollos de engorda no mejoran la digestibilidad de la proteína cruda y la energía metabolizable de la dieta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las enzimas por definición son catalizadores biológicos de origen protéico, en su mayoría, que intervienen en las reacciones químicas generalmente para acelerarlas sin sufrir cambio alguno. En las aves adultas la producción de enzimas para llevar a cabo la digestión del almidón, las grasas y las proteínas del alimento son generalmente suficientes. Las principales enzimas y los órganos que las producen en el ave son pepsina ácida (proventrículo), amilasa (páncreas), Tripsina y quimiotripsina (páncreas) y líquidos biliares (vesícula biliar) (Sturkie, 1976).

Durante los últimos años un alto porcentaje de las investigaciones se han hecho en torno al estudio de productos enzimáticos para mejorar la digestibilidad de los polisacáridos no almidonosos (PNA) en materiales con altos contenido de fibra, para reducir considerablemente los costos del alimento por tonelada.

Puesto que las aves no pueden digerir la celulosa y la hemicelulosa deben obtener su energía del polisacárido digestible, almidón; los disacáridos sacarosa y maltosa; los monosacáridos glucosa, fructosa, manosa y galactosa; cantidades limitada de algunas pentosas; de las grasas y de las proteínas.

El almidón está almacenado principalmente en los cereales y algunas semillas, siendo un polímero de la glucosa que difiere de la celulosa en el tipo de enlace entre glucosas que es α 1, 4 en lugar de un enlace β 1, 4 de la celulosa. En estado natural el almidón se encuentra en una forma granular insoluble, aunque el ave produce cierta cantidad de α -amilasa se le dificulta la digestión de este compuesto, cuando se encuentra de esta forma en mayor proporción, efectuando una hidrólisis parcial del mismo (Scott *et al.*, 1973).

La mejor oportunidad del uso de enzimas en la industria avícola está en el mejoramiento de la digestibilidad de la fracción de carbohidratos de la harina de soya. Debido a su contenido de oligosacáridos y β -mananos, el pollo solamente puede utilizar la mitad del contenido de la energía total (Dale, 1996)

Incremento de la Energía Metabolizable y la Digestibilidad de la Proteína por la Adición de Enzimas

Nwokolo y Sim (1989) compararon tres dietas, hechas a base de cebada y semilla de canola (sin desengrasar), en proporciones respectivas de 50 y 10 por ciento, para la primera; 45 y 10 por ciento para la segunda y 40 y 10 por ciento para la tercera, suplementadas todas con una proporción de 0.1 por ciento de un preparado enzimático a base de beta glucanasas, proteasas y hemicelulasas. Encontraron que la energía metabolizable (EM) aumentaba de 2.90 kcal/g a 3.13 kcal/g, respectivamente para las dietas sin enzimas y las dietas tratadas con éstas, demostrándose que se produce un efecto con la suplementación de enzimas sobre la cantidad de EM.

Por otro lado, Friesen *et al.* (1991) reportaron que al adicionar diferentes niveles de inclusión (0.1 g/kg a 1.6 g/kg) la suplementación con enzimas incrementó los valores de EMAn 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. También observaron mejoras hasta de un 39 por ciento para ganancia de peso y de un 14 por ciento para la eficiencia de conversión. La mejora en crecimiento con la suplementación enzimática se le puede atribuir a un incremento en la digestibilidad y absorción de nitrógeno, materia seca, grasa y extracto libre de nitrógeno.

En una prueba con parrilleros de 5 a 42 días de edad alimentados con dos dietas a base de maíz y de harina de soya, una cubriendo los requerimientos nutritivos de las aves y la otra con 3 por ciento por debajo de éstos requerimientos, se encontró que la adición de enzimas en la dieta mejoro la EMA y la conversión alimenticia igualándola a la de la dieta formulada con los requerimeintos originales (Graham, 1997).

Se hizo un experimento con el propósito de evaluar el desempeño 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 los 1-42 días de edad. En esta prueba se encontró que la utilización de la EMA y la digestibilidad de la PC se mejoró en un 9 y 7 por ciento respectivamente comparado con los animales alimentados con dietas normales (Murakmi *et al.*, 1997).

Un estudio hecho por Friesen *et al* (1992) demostró que al suplementar con enzimas (0.4 por ciento) dietas hechas a base de trigo, cebada, avena y centeno, con un nivel de inclusión de 70 por ciento de estos granos, la energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn) se incrementó en un 4, 42, 33 y 14 por ciento, respectivamente comparados con las mismas dietas sin adición de enzimas. También se mejoró la ganancia de peso y la conversión alimenticia de las aves.

A su vez Petterson y Aman (1989) en un estudio hecho para medir el incremento en la digestibilidad del trigo y el centeno agregaron a la dieta hecha, a base de estos dos granos, un complejo enzimático de pentosanasas y beta glucanasas activas y determinaron que la suplementación de esta enzima mejoró el aumento de peso en un 27 por ciento en 15 días, aproximadamente, haciendo a su vez más eficiente la conversión alimenticia en un 5 por ciento. Determinado esto por el aumento en la digestibilidad de la materia orgánica en un 6 por ciento, proteína cruda en un 10 y 4 por ciento para el almidón. Esto se le atribuye a la solubilización de las paredes celulares de la fibra que se produce por la enzima.

En un estudio hecho por Classen, *et al.* (1988) para mejorar el valor nutritivo de la cebada, aplicaron la enzima β -glucanasa derivada de *Aspergillus niger*, encontraron que al incluirla con niveles de 0.25 g/kg en la dieta, mejoró el aumento de peso de las aves alimentadas por un período de tres semanas en un 13 por ciento, siendo superior a aquellas aves cuya ración no fue suplementada con enzimas. Así mismo, la conversión se hizo más

eficiente en un 6 por ciento. Esto es, porque la cebada contiene en la pared celular del endospermo, aproximadamente un 20 por ciento de β - glucanos.

En otro experimento hecho por Brenes *et al.* (1993) se observó que al suplementar una dieta con un complejo enzimático formado por carbohidrasas proteasas y α -galactosidasas a niveles de 0.1 por ciento para cada una, con un 70 por ciento de lupino en la ración se incrementó en un 18 por ciento la ganancia de peso, haciendo más eficiente la conversión alimenticia en un 9 por ciento. Aunque la utilización del lupino en dietas para aves es limitada por contener sustancias tóxicas, como los alcaloides, las aves pueden soportar hasta un 25 por ciento. Por otro, lado se le atribuye también que puede causar la inhibición de la tripsina y hemaglutinina.

Sin embargo, Brenes *et al.* (1993) en un estudio hecho para determinar el efecto de la preparación enzimática sobre el tamaño del tracto gastrointestinal y la mejoría de aves alimentadas con trigo y cebada encontró que al agregar 100 mg/kg de enzimas a la dieta incrementó la ganancia de peso en un 13 y 9 por ciento, respectivamente, haciendo más eficiente la conversión alimenticia un 6 y un 9 por ciento respectivamente. Se observa una reducción en el tamaño de los órganos al ser alimentadas las aves con cebada y el complejo enzimático en un 13 por ciento, este efecto parece ser una respuesta de adaptación al incrementar la digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes.

Por otro lado, Vandepopuliere y Lyons (1993) al hacer un trabajo con dietas para pollos de engorda a base de harina de soya, y otra con granos secos de destilería encontraron

que al suplementarlas con una mezcla enzimática los aumentos de peso a los 21 días fueron; para las aves alimentadas con soya 717 g contra 549 g de la dieta hecha con granos secos de destilería y la conversión alimenticia fue de 1.25g/g para el primer caso, siendo de 1.45g/g para el segundo caso, es pues que las dietas hechas a base de soya si presentan mejoría en las aves al ser suplementadas con enzimas.

En un experimento hecho por Schang, *et al* (1996) con 400 pollos machos de un día de edad de una raza comercial conocida, utilizando dietas hechas 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 agregó a razón de 300 g/tn encontró mejoría en el comportamiento de las aves para ganancia de peso y conversión alimenticia en un 4.5 y 1.5 por ciento respectivamente, cuando se suplementó la dieta con enzimas.

Por otra parte, en un estudio hecho para determinar el tiempo de recolección de heces en la determinación de energía metabolizable verdadera (EMV) con dietas a base de cebada con y sin suplementación de enzimas, Rotter *et al.* (1990), determinaron que el mejor tiempo de recolección fue de 48 hr, además la adición de enzimas en la dieta mejoró la cantidad de EMV en un 3 por ciento.

El Sorgo y la Soya como Fuentes Principales de Energía y Proteína.

En el campo de la nutrición animal el sorgo es la principal fuente de energía en la preparación de dietas para la alimentación de las aves en México. La gran variación en cuanto

a contenido de proteína y composición de aminoácidos se debe a factores tales como hibridación, cantidad de nitrógeno aplicado en la fertilización, cantidad de agua recibida por el cultivo y características del lugar en que se desarrolla. Su contenido de energía metabolizable varía de 3340 kcal/kg a 3730 kcal/kg según Cuca *et al.*, (1982), las posibles causas de esta variación se le atribuyen al tipo y textura del almidón que está compuesto por 75 por ciento de amilopectina y 25 por ciento de amilosa (Moran, 1991).

Aun considerando que estudios realizados por varios investigadores demuestran la inhibición de la enzima amilasa por el contenido de compuestos fenólicos en el sorgo llamados taninos, también hay reportes de que una adecuada suplementación de metionina elimina estos compuestos. Por otro lado, no se ha demostrado diferencias en la ganancia de peso y conversión alimenticia de aves alimentadas con dietas conteniendo variedades de sorgo altas y bajas en taninos. Sin embargo, su bajo contenido protéico que va desde 6 hasta 13 por ciento, hace necesaria la suplementación con soya como, fuente de proteína (Cuca *et al.*, 1982).

Por lo anterior, la harina de soya es la principal fuente de proteína para las aves en todo el mundo. Su alto valor nutricional está determinado por la gran cantidad y alta disponibilidad de los aminoácidos contenidos, aunque debe de ser tratada con calor para evitar la presencia de factores antinutricionales como los inhibidores de la tripsina y quimiotripsina, que son las enzimas protéicas digestivas importantes en el ave. El contenido protéico de la soya va desde 44 hasta 48 por ciento y la EM la podemos encontrar desde 2230 kcal/kg hasta 2440 kcal/kg respectivamente (Weigel 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las áreas de trabajo se ubicaron en la Unidad Metabólica y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, siendo sus coordenadas geográficas 22° 22' 00" latitud Norte y 101° 00' 00" longitud Oeste con una altura de 1742^mmsnm, con un clima BWhwx (x')(e) de muy seco a semicálido con invierno fresco extremo con una precipitación media anual de 298.3 mm y temperatura promedio de 19.8°C (Mendoza, 1983).

Con el propósito de realizar el experimento lo más parecido al manejo que se realiza en este tipo de explotaciones se dividió en dos etapas:

Primera Etapa. Iniciación.

Dosis de Respuesta Enzimática y su Efecto Sobre la Digestibilidad de la Materia Seca Proteína Cruda, Fibra Cruda y Energía Metabolizable Aparente.

La primera etapa duró cuatro semanas, aquí se determinó el nivel del preparado enzimático requerido para obtener una máxima respuesta en el crecimiento de las aves alimentadas con la dieta suplementada con enzimas, así como las digestibilidades de la proteína, fibra cruda y energía metabolizable, mediante la recolección de las heces para su análisis bromatológico y energía bruta.

Antes de ser recibidos los animales, la nave se desinfectó , lavándose previamente, con agua y jabón, aplicándosele, posteriormente, un producto químico comercial con el propósito de una máxima desinfección del lugar. Un día antes de la llegada de las aves se prendieron los calentadores de gas para mantener el lugar a una temperatura confortable para los animales (35 ° C) manteniéndose encendidos durante toda la primera etapa.

En este estudio se utilizaron 160 pollitos de un día de nacidos, machos, de la raza Avian vacunados contra Marek. A los 10 días de edad las aves se vacunaron contra la enfermedad de Newcastle, como medida preventiva, repitiéndose la dosis a los 28 días de edad.

Antes de ser colocados en la jaula metabólica las aves se pesaron individualmente y se colocaron por pesos aproximadamente iguales, en grupos de 10, con un espacio de 0.042 m² por ave, para un total de 16 grupos que conformaron el total de repeticiones del diseño estadístico a utilizar. Se pesó cada uno de los pollos. con el propósito de utilizar animales de pesos bastante homogéneos, desechando las aves muy inferiores.

El primer día, durante las tres primeras horas de su llegada a la unidad, se les proporcionó solamente agua tratada con electrolitos y antibiótico, con la finalidad de disminuir el stress y evitar cualquier tipo de infección respiratoria e intestinal. A partir del segundo día de edad, se les ofreció alimento de iniciación en charolas, esto se hizo diariamente durante la primera semana de edad. A partir de este momento el alimento se les ofreció en los

comederos. A los bebederos se les cambió el agua de bebida y se lavaron diariamente práctica que duró durante toda esta etapa.

El peso de las aves se registró los días 7, 14 y 28, con el propósito de determinar sus aumentos de peso y cuantificar la conversión alimenticia. El alimento ofrecido y el rechazado se pesó diariamente, durante la primera semana se mantuvieron con 24 horas de acceso al alimento, agua y luz. A partir de la segunda semana se disminuyó las horas de luz, dejando únicamente la luz del día, (en base a recomendaciones de Bakker, 1996) que tuvo una duración aproximada de 10 horas, para evitar cualquier presencia de ascitis.

La recolección de excretas se hizo durante los días 14, 15, 16 y 17, en charolas cubiertas con papel plástico, según la técnica descrita por Friesen *et al.* (1992), pesándolas y guardándolas en el congelador, para su posterior análisis y cuantificación de la materia seca, energía, proteína, extracto etéreo y fibra cruda.

Del día 7 al 28 las aves se alimentaron con las dietas adicionadas con cuatro diferentes niveles de enzimas (Cuadro 3.1), 0.0, 0.5, 1.0 y 1.5 por ciento, elaborándose con un contenido de proteína cruda de 22 por ciento y con 3000 kcal/kg de energía metabolizable.

Cuadro 3. 1. Composición (%) de la dieta experimental conteniendo los cuatro niveles de incorporación de enzimas para la primera etapa.

Ingrediente (%)	Contenido de enzimas en la dieta (%)			
	0.0	0.05	0.10	0.15
Sorgo/grano	44.42	44.42	44.42	44.42
Soya/pasta	40.61	40.61	40.61	40.61
Aceite	2.00	2.00	2.00	2.00
DL-Metionina ¹	0.23	0.23	0.23	0.23
CaCO ₃	6.68	6.63	6.58	6.53
NaH ₂ PO ₄	1.42	1.42	1.42	1.42
Melaza	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix ²	0.30	0.30	0.30	0.30
(Vita-Min.)				
Antibiotico	0.10	0.10	0.10	0.10
Enzimas ³	----	0.05	0.10	0.15
Análisis				
Calculado (%)				
PC.	22	22	22	22
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000
Lisina	1.28	1.28	1.28	1.28
Metionina	0.50	0.50	0.50	0.50
Calcio	2.70	2.68	2.66	2.64
Fosforo	0.70	0.70	0.70	0.70

1: 98 % de pureza

2: Mezcla comercial

³ Las Enzimas utilizadas son una mezcla comercial denominada Vegpro que es una marca registrada de Alltech Company siendo su composición; alfa-amilasas bacterianas (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*.

Segunda Etapa. Finalización

Para la segunda etapa, se continuó con las mismas aves. Al cumplir las cuatro semanas de edad, se alojaron en las corraletas adyacentes a la jaula de batería. Utilizando bebederos de campana, junto con los comederos de aluminio para proporcionarles mayor espacio a los animales.

Para este período ya no fue necesario proporcionarles calor por medio de calentadores, dejando las aves a temperatura ambiente que para esta época osciló entre 25 y 33 ° C. En esta etapa las aves se alimentaron con un solo tipo de dieta (Cuadro 3.2) durante un período de tres semanas. El contenido de proteína de la dieta fue de 19 por ciento con 3000 kcal/kg de EM.

Los ingredientes fueron los mismos que se utilizaron para la elaboración de la dieta de la primera etapa, con la diferencia de que en ésta no se adicionó enzimas, simplemente se cubrieron todos los requerimientos de una dieta normal para este período.

Para determinar el consumo, diariamente se cuantificó el alimento ofrecido y el rechazado. Las aves se pesaron de la misma forma que en la primera etapa para establecer el aumento de peso y así poder definir la conversión alimenticia, ya que estas fueron las tres variables evaluadas en esta etapa. El diseño estadístico fue el mismo, utilizándose las mismas unidades experimentales

Cuadro 3.2 Composición (%) de la dieta utilizada para la segunda etapa de finalización.

Ingrediente	%
Sorgo/grano	44.42
Soya/pasta	40.61
Aceite	2.00
DL-Metionina ¹	0.23
CaCO ₃	6.68
NaH ₂ PO ₄	1.42
Melaza	4.00
Sal	0.25
Premix ² de vitaminas y minerales.	0.30
Antibiotico	0.10
Enzimas	0.00
Análisis calculado (%)	
P.C.	19
EM (kcal/kg)	3000
Lisina	1.28
Metionina	0.50
Calcio	2.70
Fosforo	0.70

1: 98% de pureza

2: Mezcla comercial

Análisis Químicos.

La heces se descongelaron, se homogenizaron en forma manual y se trataron con ácido sulfúrico (H_2SO_4) al cinco por ciento para evitar pérdidas de nitrógeno al deshidratarlas. Se colocaron en la estufa de aire forzado con una temperatura de $60 \pm 5^\circ C$ para ser secadas y determinar posteriormente su materia seca parcial.

Ya secas se pusieron al aire para estabilizar su contenido de humedad, se pesaron, se molieron en un molino de cuchillas con criba de un milímetro y se guardaron en frascos herméticamente cerrados previamente identificados, para su análisis.

La cantidad de Materia seca (MST), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) contenido en las excretas de la primera etapa y las dietas de ambas, se determinó de acuerdo al procedimiento descrito por la A. O. A. C. (1984). La energía bruta (cal/g) se determinó en una bomba calorimétrica adiabática Parr.

La energía metabolizable aparente por corrección de nitrógeno (EMAn) se calculó de acuerdo al procedimiento descrito por Sibbald y Slinger (1963), con las modificaciones hechas por Friesen *et al.* (1992). Las ecuaciones para determinar la EMAn, se presentan a continuación:

$$EMAC = \frac{EBTAC - EBTPH}{TAC}$$

donde;

EMAC= energía metabolizable aparente clásica (cal/g)

EBTAC = energía bruta total del alimento consumido, (g)

EBTPH = energía bruta total perdida en heces (cal/g)

TAC = total del alimento consumido (g)

$$EMACN = \frac{EMAC - NBC - NH \times 8.73}{TAC}$$

donde;

EMACN = energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (cal/g)

EMAC = energía metabolizable aparente clásica (cal/g)

NBC = nitrógeno bruto consumido (g).

NH = nitrógeno excretado (g).

TAC = total de alimento consumido (g)

Para determinar la digestibilidad aparente de las dietas, se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$DAMS = \frac{MSC - MSH}{MSC} \times 100$$

donde:

DAMS = digestibilidad aparente de materia seca (%)

MSC = materia seca consumida (g)

MSH = materia seca evacuada como heces (g)

$$DAPC = \frac{MSC(PC) - MSH(PC)}{MSC(PC)} \times 100$$

donde;

DAPC = digestibilidad aparente de la proteína cruda (%)

MSC(PC) = contenido de proteína cruda en la materia seca consumida (g)

MSH(PC) = contenido de proteína cruda en heces (g).

$$DAFC = \frac{MSC(FC) - MSH(FC)}{MSC(FC)} \times 100$$

donde;

DAFC = digestibilidad aparente de la fibra cruda (%)

MSC(FC) = contenido de fibra cruda en alimento consumido (g)

MSH(FC) = contenido de fibra cruda en heces (g).

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar durante las dos etapas, con cuatro tratamientos (T₁, T₂, T₃, y T₄) y cuatro repeticiones (R₁, R₂, R₃ Y R₄) de 10 pollos por unidad experimental. La ecuación de respuesta se obtuvo mediante un ajuste de regresión polinomial y un ajuste de regresión multiplicativo (Steel y Torrie, 1986) con los siguientes modelos.

Modelo del Diseño Completamente al Azar.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \text{ dosis}$$

$$j = 1, 2, 3, 4 \text{ repeticiones}$$

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2).$$

donde;

Y_{ij} = respuesta del i -ésimo tratamiento en su j -ésima repetición

μ = la media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

Dado que la naturaleza de los tratamientos es de tipo cuantitativo (0, 0.05, 0.10 y 0.15) la interpretación de la significancia para cada variable, se realizará mediante un ajuste de un modelo de regresión polinomial. El modelo de regresión polinomial por el método de polinomios ortogonales completo es:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 M_1 P_1(x_i) + \alpha_2 M_2 P_2(x_i) + \alpha_3 M_3 P_3(x_i) + \dots + \alpha_{t-1} M_{t-1} P_{t-1}(x_i) + \varepsilon_i$$

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

$$\varepsilon_i \approx NI(0, \sigma^2)$$

donde;

α_0 = media general del experimento

α_k = siendo los coeficientes de c_{ki} obtenidos de tabla de coeficientes ortogonales

M_k = constante para el efecto k

$P_k(x_i)$ = polinomio de grado k que corresponde al efecto del mismo orden

Modelo Multiplicativo.

$$Y_i = \alpha X^\beta$$

donde;

α = intercepto (log de a) al origen

β = valor de la pendiente de la línea de regresión

X = valor de la variable independiente.

Y = variable dependiente. estimada.

Durante la primera etapa nuestras variables de estudio fueron:

- | | |
|---------------------------|--|
| - Consumo de alimento | - Digestibilidad aparente de la PC |
| - Ganancia de peso | - Digestibilidad aparente de la FC |
| - Conversión alimenticia. | - Energía metabolizable por corrección de N. |

Para la segunda etapa únicamente se evaluaron las variables:

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Primera Etapa . Dosis de Respuesta Enzimática, y su Efecto Sobre las Variables Evaluadas.

Período de Iniciación.

Consumo de Alimento.

Como se pudo observar, en el análisis de varianza para el consumo de alimento, entre las medias de respuesta de los tratamientos no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en esta etapa, (Cuadro 4.1) sin embargo, al probar la significancia del contraste del tratamiento que

Cuadro 4.1. Medias de respuesta para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia durante la primera etapa.

Variables	Nivel de enzimas en la dieta (%)				Significancia
	0.00	0.05	0.10	0.15	
Consumo de alimento (g).	1344.45	1219.42	1225.63	1221.86	NS
Ganancia de peso (g).	707.35	737.10	727.09	746.42	NS
Conversión alimenticia (g/g).	1.90	1.65	1.68	1.63	**

NS : no significativo
** : ($P < 0.01$)

no tenía enzimas (0.0 por ciento) cuya media fue de 1,344.45 g de consumo, contra los tratamientos que sí contenían enzimas (0.05, 0.10 y 0.15 por ciento) cuyo promedio de medias fue de 1222.30 g de consumo, se obtiene significancia ($P < 0.05$). Esto explica la influencia de las enzimas a incrementar la disponibilidad de nutrientes, aumentando así su absorción, que tendría como consecuencia una disminución en el alimento consumido ya que las aves comen principalmente para satisfacer sus necesidades de nutrientes. Si consideramos el hecho de que el contraste explica el 99.8 por ciento de la suma de cuadrados de tratamientos para la variable consumo, según lo que muestra la Figura 4.1, no hay diferencia de respuesta a niveles mayores de 0.05 por ciento de enzimas en la dieta.

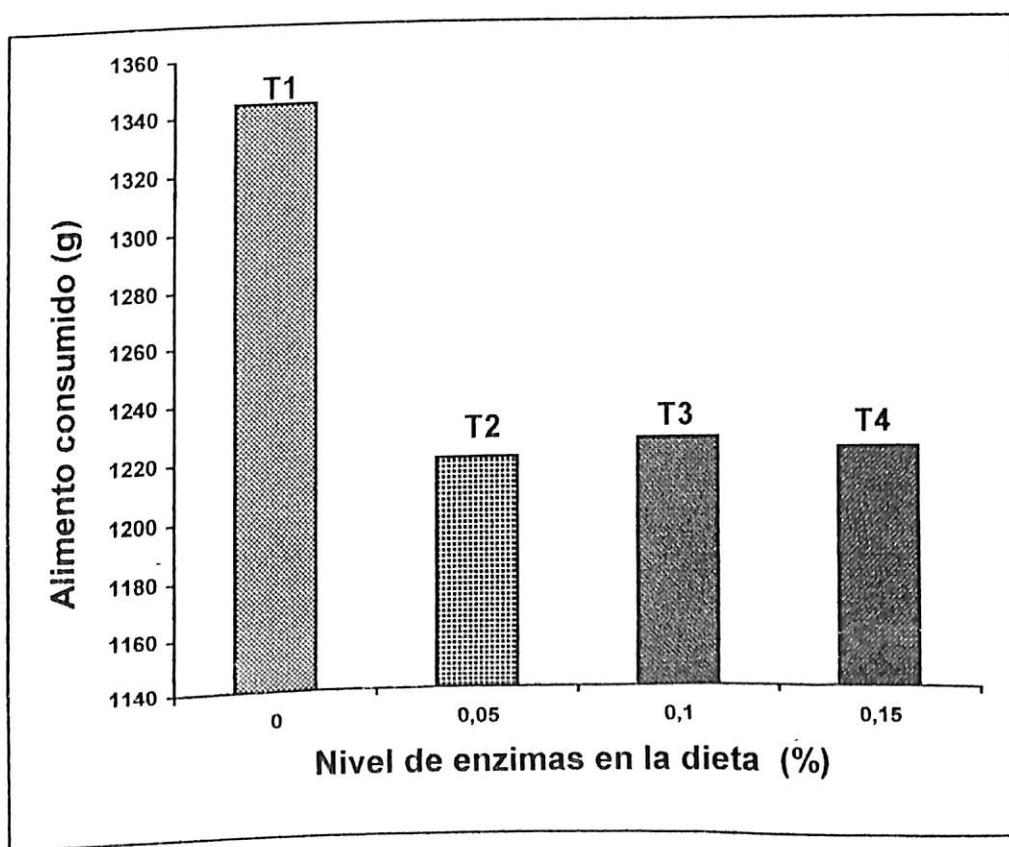


Figura 4.1. Consumo de alimento durante la primera etapa.

Por otra parte, con el fin de ajustar un modelo que explique la variación de respuesta del consumo al cambiar los niveles de enzimas, se encontró un ajuste por medio de un modelo conocido como multiplicativo. El modelo estimado es:

$$Y = 1,165.66 X^{-0.020209} \quad R^2 = 95.04$$

$$0 \leq X \leq 0.15$$

En la figura 4.2 se explica que la adición de enzimas a la dieta a diferentes niveles (0.05, 0.10 y 0.15 por ciento) no afecta grandemente el consumo, cualquiera que sea la

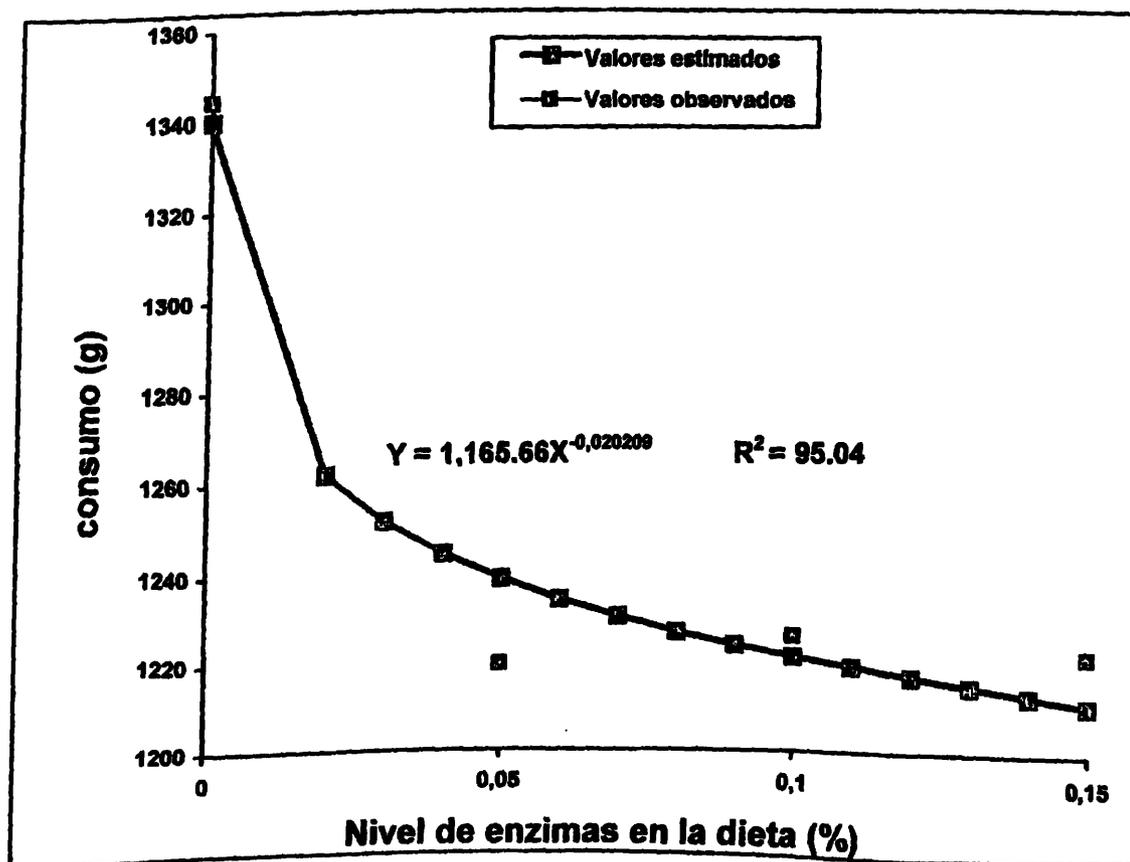


Figura 4.2. Efecto de la adición de enzimas sobre el consumo de alimento en la primera etapa.

proporción, siempre y cuando esté dentro del rango que se manejó en este estudio. Para cualquier nivel de adición de las enzimas la ecuación tiende a mantener asintótica la respuesta, de tal forma que el nivel de incorporación no cambia el consumo de alimento por las aves de manera que sea muy diferente.

Sin embargo como se puede notar, al no agregar enzimas en la dieta el consumo tiende ligeramente a incrementarse, estos resultados son semejantes a los obtenidos por Rodríguez *et al.*, (1997), Murakmi *et al.*, (1997) y Bedford (1996).

Aumento de Peso.

Los incrementos de peso que se obtuvieron durante ésta etapa no mostraron diferencia significativa ($P>0.05$), entre las medias de respuesta de los tratamientos. Como se puede observar en el cuadro 4.1, los promedios de ganancia de peso para los diferentes tratamientos fueron relativamente iguales, estos resultados concuerdan con los obtenidos con Schang *et al.* (1996), Murakmi *et al.*, (1997) y Graham (1997), para la primera etapa de producción.

En otros trabajos como los de Friesen *et al.*, (1991), Pettersson y Aman (1989) donde la dieta estuvo hecha a base de cebada y trigo, si se encontró diferencias significativas para aumentos de peso ($P<0.05$), además la tendencia que mostraron los tratamientos fue de tipo lineal, es decir a medida que se aumentó el nivel de enzimas la ganancia de peso igualmente se incrementó.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron para ganancia de peso, no se hizo necesario analizarlos mediante un ajuste de regresión, ya que las medias de respuesta entre tratamientos estuvieron muy cercanas entre sí. La respuesta encontrada para ganancia de peso fue la misma obtenida para consumo, la diferencia estadística entre tratamientos, para ambas variables fue la misma. De la misma forma al hacer una prueba de significancia para el contraste T_1 con promedio de 707.35 g vs T_2 , T_3 y T_4 , con promedio de 736.87 g no se encontró que hubiera diferencias en cuanto a la partición de la suma de cuadrados.

El pollo de engorda, aumenta de peso de acuerdo a lo que consume en esta etapa de producción, ya que la demanda de nutrientes por su metabolismo que es muy acelerado se incrementa. Generalmente es aquí donde muestra el potencial genético de ser un rápido convertidor. A esta edad casi todo se destina a la formación de músculo, plumas, huesos, etc.

Conversión Alimenticia.

En cuanto a la conversión alimenticia se encontró que hay una diferencia significativa entre las medias de respuesta de los tratamientos ($P < 0.05$), siendo el tratamiento que se adicionó con mayor cantidad de enzimas (0.15 por ciento) el que mostró mayor eficiencia de conversión (1.63 g/g), de la misma forma, el tratamiento testigo tuvo la peor conversión que fue de 1.90g/g para esta etapa del experimento.

Al hacer un ajuste de regresión se determinó una ecuación de tendencia multiplicativa quedando de la siguiente forma :

$$Y = 1.5403 x^{-0.0299319} \quad R^2 = 94.89$$

$$0 \leq X \leq 0.15$$

Como se observa (Figura 4.3) quiere decir que la inclusión de enzimas en la dieta mejoró la eficiencia de conversión de manera positiva. Los resultados encontrados son similares a los reportados por Schang *et al.*, (1996) donde para la primera etapa la conversión alimenticia fue de 1.62 g/g con contenido de enzimas en la dieta de 0.03 por ciento

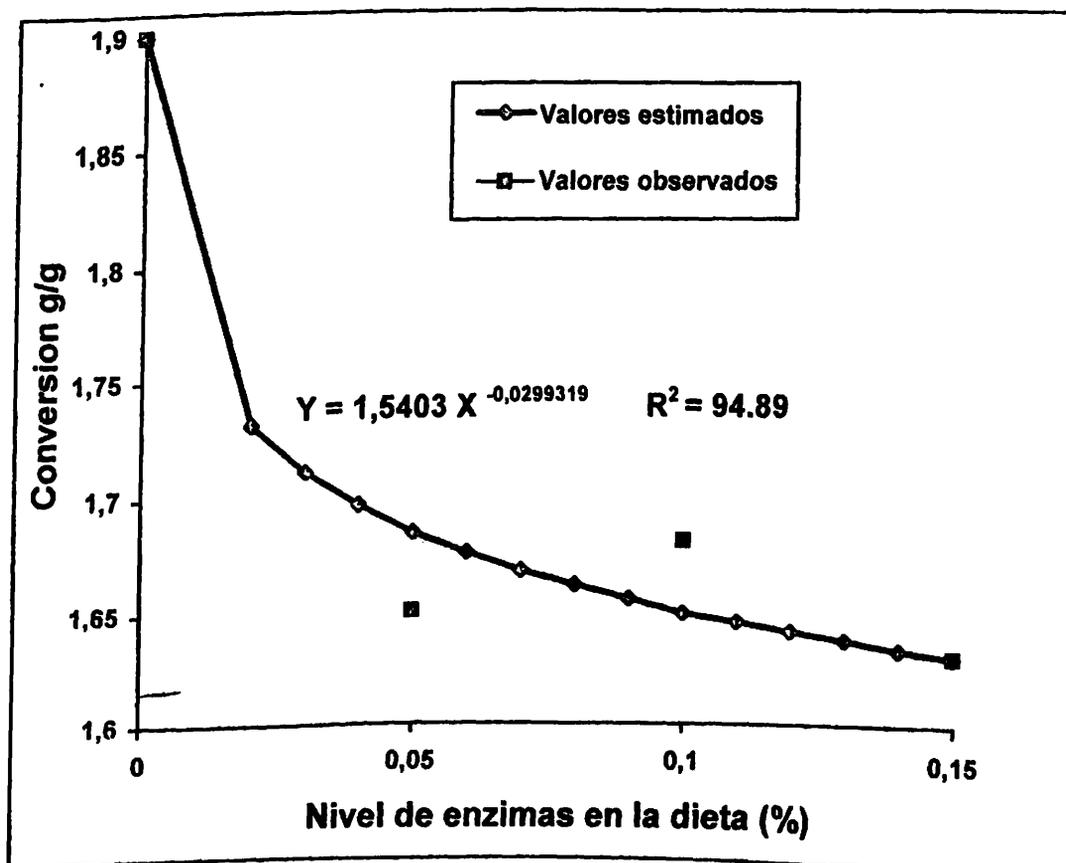


Figura 4.3. Efecto de la adición de enzimas sobre la conversión alimenticia para la primera etapa.

Sin embargo Bedford (1996) reporta conversiones hasta de 1.50 g/g al adicionar 0.1 por ciento de enzimas en una dieta hecha a base de trigo para esta etapa de producción.

Al particionar la suma de cuadrados de tratamientos para esta variable en esta etapa y hacer una prueba de contraste de el T₁, con promedio de 1.90 g/g vs T₂, T₃ y T₄, con promedio de 1.63 g/g se encontró que el contraste es altamente significativo ($P < 0.01$) y considerando que el contraste explica en 95.94 por ciento de la suma de cuadrados, de tratamientos para la conversión alimenticia de esta etapa, no hay diferencias entre las respuestas de los demás niveles de adición de enzimas, por encima del T₂.

Digestibilidad de la Materia Seca.

En lo que se refiere a digestibilidad aparente de la materia seca (Cuadro 4.3) en las dietas de los cuatro tratamientos, hubo una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) mostrando menor porcentaje de digestibilidad (74.07 por ciento) el tratamiento que no se adicionó con enzimas. Por otro lado, los otros tres tratamientos, tuvieron diferentes porcentajes de digestibilidad, siendo el de mayor cantidad de enzimas el que tuvo una mejor digestibilidad (77.25 por ciento).

Cuadro 4.2 Medias de respuesta de las variables digestibilidad de materia seca, proteína cruda, fibra cruda y energía metabolizable para la primera etapa.

Variables	Enzimas en la dieta (%)				Significancia
	0.00	0.05	0.10	0.15	
Materia seca (%)	74.07	75.34	76.83	77.25	**
Fibra cruda (%)	1.08	1.22	1.32	1.38	**
Proteína cruda (%)	87.29	88.14	88.21	88.88	**
Energía metabolizable aparente corregida por N (kcal/kg)	2948	3050.27	3077.48	3096.81	**

NS : no significativo
 ** : (P < 0.01)

Estos resultados son parecidos a los reportados por Rodríguez *et al.*, (1997) donde él encontró una digestibilidad de hasta un 76.2 por ciento para la MS, al adicionar enzimas a una dieta con sorgos amargos. También concuerdan con las digestibilidades para MS obtenidas por Pettersson y Aman (1989) en una dieta hecha a base de trigo y centeno adicionadas con enzimas, donde observaron un aumento del 3 por ciento de esta digestibilidad con respecto a la dieta de referencia.

Al haber encontrado diferencias en cuanto a los porcentajes de digestibilidad se procedió a determinar la ecuación de tendencia y se encontró que ésta fue de tipo lineal quedando de la siguiente forma:

$$Y = 74.218 + 22.06X$$

$$R^2 = 95.84 \quad \text{con rango de } 0 \leq X \leq 0.15$$

Es posible que el incremento en la digestibilidad de la MS se deba a la acción de las enzimas, ya que estas provocan una mayor disponibilidad de los diferentes nutrientes para ser digeridos con mayor facilidad, logrando con esto una disminución en el material nutritivo que se desecha por el animal, incrementando la eficiencia de la digestibilidad.

Como se puede apreciar en la Figura 4.4, el incremento en la digestibilidad de la MS producido por la adición de enzimas en la dieta está bien definido, pues la gráfica de la ecuación es una línea recta. Este incremento nos indica el efecto que ejercen las enzimas sobre la cantidad de alimento que posiblemente en otras condiciones no se hubiera digerido de la misma forma por el ave.

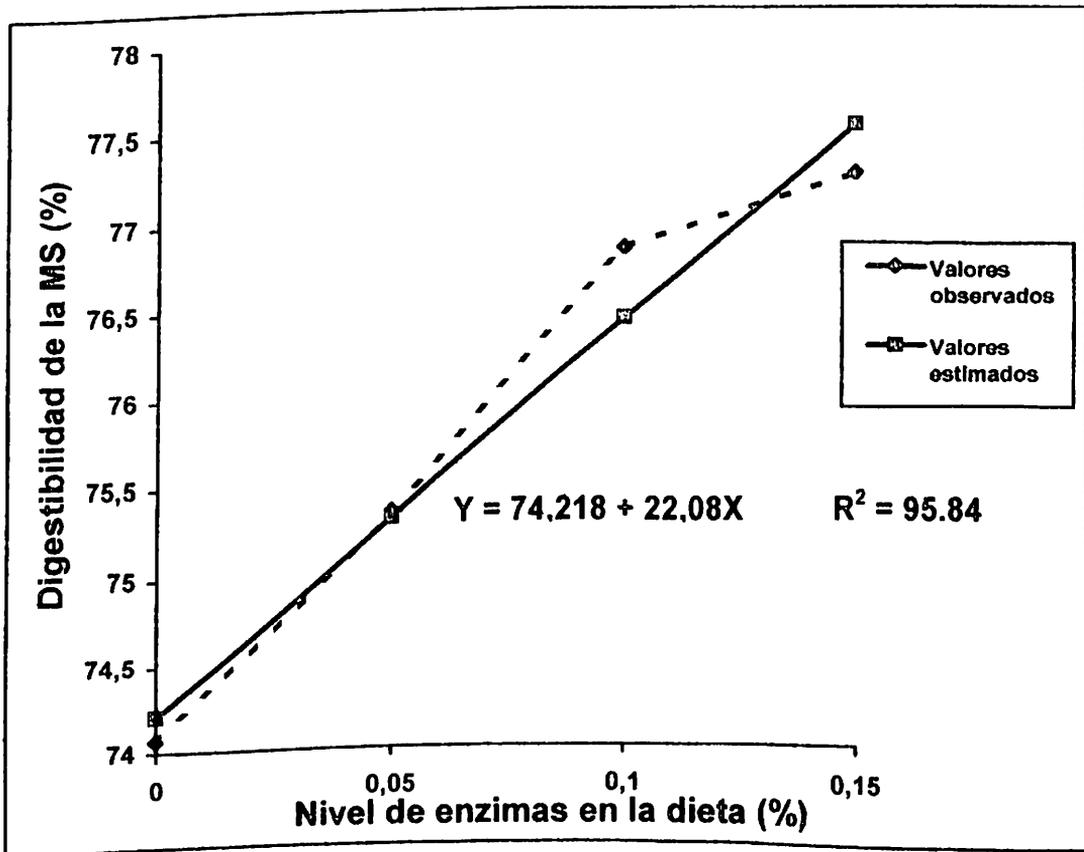


Figura 4.4. Efecto de la adición de enzimas sobre la digestibilidad aparente de la materia seca.

Al haber un incremento en la digestibilidad de la MS, podemos decir que las enzimas provocaron una disminución del material indigestible, mediante el aumento en la hidrólisis de algunos compuestos constituyentes de la ración como las proteínas, fibra, pectinas etc.

Por otra parte se analizó el contraste T_1 con media de 74.07 por ciento vs T_2 , T_3 y T_4 con promedio de 76.47 por ciento, encontrándose que fue altamente significativo ($P < 0.01$), es decir que los niveles de enzimas ejercen una fuerte influencia sobre la digestibilidad de la MS y para este caso el contraste explica la suma de cuadrados en un 66 por ciento.

Digestibilidad de la Fibra Cruda

Para la digestibilidad aparente de la fibra cruda, si hubo diferencias altamente significativas entre las medias de respuesta de los tratamientos ($P < 0.01$), mostrando un menor coeficiente de digestibilidad (1.08 por ciento), el tratamiento que no se adicionó con enzimas (Cuadro 4.3). Por el contrario la respuesta mayor para la digestibilidad (1.38 por ciento) se obtuvo en el tratamiento que tenía la mayor cantidad de enzimas (0.15 por ciento).

Estos resultados concuerdan con los reportados por Nahm y Carlson (1985), donde encontraron la misma respuesta para dietas hechas a base de trigo integral. Ellos determinaron que las enzimas ejercieron un efecto positivo en la digestibilidad de las paredes celulares del trigo. Esto pudo deberse al efecto que ejercen las enzimas sobre la fibra incrementando la solubilidad de la misma al romper las cadenas de polisacáridos estructurales (pectinas).

La acción de las enzimas sobre las cadenas de estos polisacáridos es básicamente la ruptura de los enlaces glucosídicos β -1,4, que unen en forma de cadena a las moléculas de glucosa, formando la celulosa de la fibra que existe en el alimento. Estos polisacáridos son conocidos como polisacáridos no almidonosos (PNA).

Es posible que estas moléculas de glucosa al ser liberadas por las enzimas se encuentren disponibles para ser digeridas por el ave, esto explicaría el incremento en la digestibilidad de la fibra ocasionado por la adición de enzimas en la dieta, sin embargo, la fracción de fibra que se utiliza en las dietas para aves es muy pequeña (3 a 5 por ciento), además la capacidad de digerir dicha fracción es muy poca, principalmente durante las primeras semanas de vida, quizás a eso se deba que los valores de digestibilidad para la fibra encontrados son muy pequeños.

Por otra parte se analizó el contraste del tratamiento uno, con promedio de 1.08 por ciento vs los tratamientos dos, tres y cuatro, con promedio de 1.30 por ciento encontrándose que la respuesta fue altamente significativa ($P < 0.01$), quiere decir que los tratamientos dos tres y cuatro adicionados con enzimas fueron mucho mejores que el tratamiento uno que no se adicionó con enzimas. El contraste explica en un 74.9 por ciento la suma de cuadrados.

Al determinar la ecuación de respuesta se encontró que ésta es de tipo lineal como se puede observar en la Figura 4.5, es decir a medida que se incrementa la cantidad de enzimas

adicionada en la dieta, la digestibilidad de la fibra se hace más eficiente, quedando la ecuación de la siguiente forma;

$$Y = 1.107 + 1.97X$$

$$R^2 = 97.03$$

$$0 \leq X \leq 0.15$$

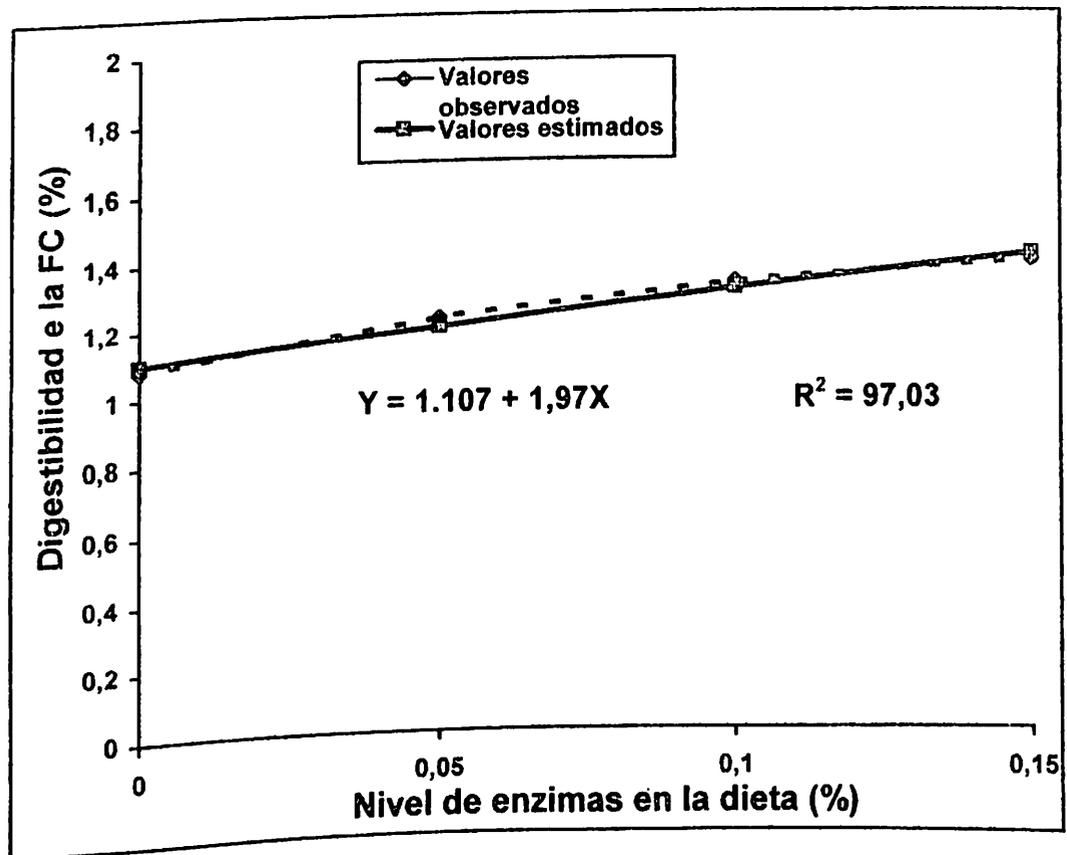


Figura 4.5. Efecto de las enzimas sobre la digestibilidad aparente de la fibra cruda.

Digestibilidad de la Proteína Cruda.

En cuanto a la digestibilidad aparente de la proteína cruda se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre las medias de respuesta de los tratamientos, ya que el

tratamiento sin enzimas tuvo un valor menor (87.29 por ciento) comparado con el de mayor contenido enzimático en la dieta, que mostró mayor digestibilidad (88.88 por ciento) superándolo por 1.59 por ciento.

Estos resultados no son similares a los de Murakmi *et al.*, (1997), ya que ellos encontraron una diferencia de 7 por ciento con respecto a la dieta de referencia, para la digestibilidad aparente de la PC en dietas hechas a base de maíz y soya, adicionada con enzimas. Por otro lado estos resultados están muy alejados a los reportados por Petterson y Aman (1989) donde los valores de digestibilidad para la proteína cruda mostraron una diferencia positiva de hasta 10 por ciento con respecto a la dieta de referencia. En otro estudio obtenido por Friesen *et al.*, (1991) al evaluar dietas a base de centeno, suplementadas con enzimas, reportan 12 por ciento de mejoría en la digestibilidad de la PC.

El incremento en la digestibilidad aparente de la proteína cruda, posiblemente se deba a que existe un mayor rompimiento del número de 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.

Los porcentajes de digestibilidad encontrados para la proteína cruda demuestran una clara influencia que ejercen las enzimas sobre su digestibilidad, aunque la diferencia obtenida con respecto a la dieta referencia no es tan grande como la reportada en otros trabajos, ayuda a obtener una conversión alimenticia más eficiente,

La respuesta que se obtuvo mediante un análisis de regresión fue de tipo lineal como se observa en la Figura 4.6. Observándose la tendencia a incrementar la digestibilidad a medida que se aumenta el contenido de enzimas en la dieta. La ecuación que se determinó se muestra a continuación.

$$Y = 87.41 + 9.67X$$

$$R^2 = 91.59$$

$$0 \leq X \leq 0.15$$

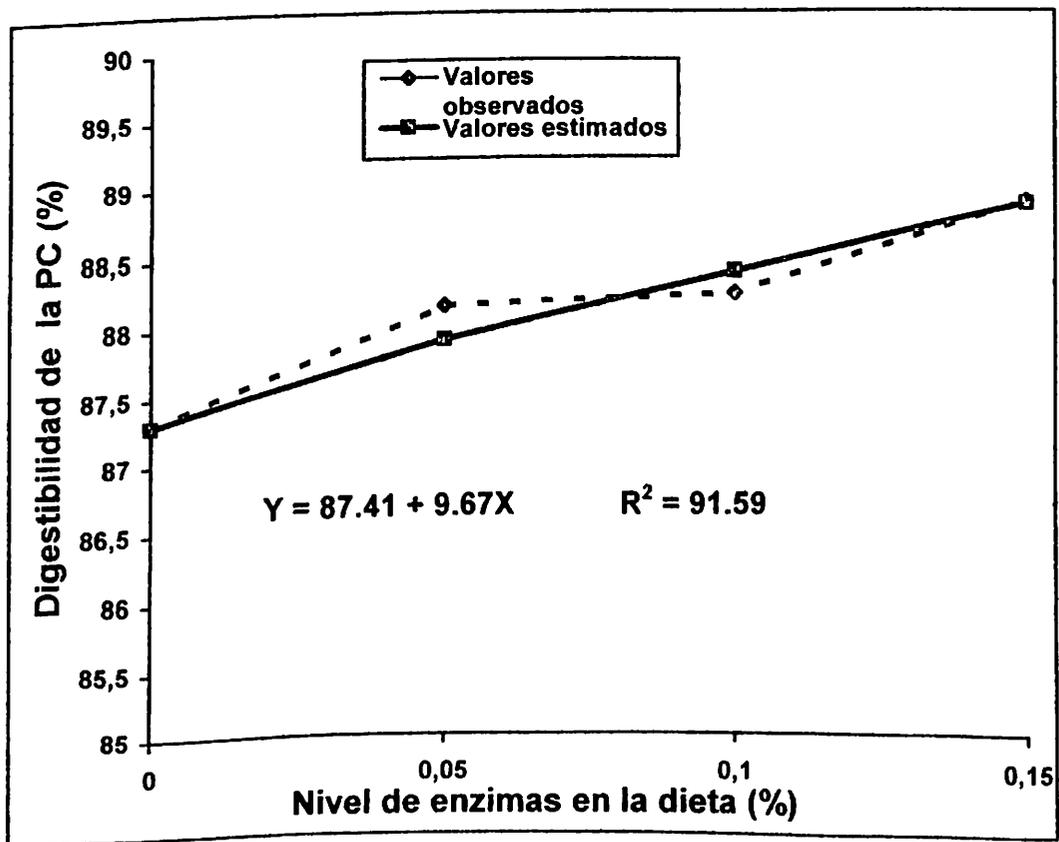


Figura 4.6. Efecto de las enzimas sobre la digestibilidad aparente de la proteína cruda.

Al analizar el contraste del tratamiento uno, con media de 87.29 por ciento vs los tratamientos dos, tres y cuatro con promedio de 88.41 por ciento, se pudo encontrar que fue altamente significativo ($P < 0.01$), explicándose la suma de cuadrados de los tratamientos en un 75.4 por ciento, para éste contraste.

Energía Metabolizable Aparente Corregida por Nitrógeno.

En cuanto a la energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn) se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las medias de respuesta de los tratamientos siendo el que se observó con menor valor (2948 kcal/kg) el tratamiento que no se suplementó con enzimas. Por el contrario el tratamiento que se adicionó con la mayor cantidad de enzimas tuvo la respuesta mayor (3096.81 kcal/kg).

Esto nos demuestra que hay una gran influencia de las enzimas sobre la cantidad de la EMAn, ya que el tratamiento testigo es superado por los demás que contenían enzimas en proporciones de 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento, con valores que los superan en cuanto al contenido de EMAn de 3.35, 4.20 y 4.8 por ciento.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Charlton (1996) donde encontró mejoras en la eficiencia de la utilización de la energía hasta de 4.2 por ciento, cuando se utiliza la soya y el maíz adicionada con enzimas en la primera etapa de producción.

Otros trabajos como los de Murakmi *et al.*, (1997), Friesen *et al.*, (1992) y Nwokolo y Sim (1989) reportan que la eficiencia de la utilización de la EMn en dietas hechas con maíz-soya, trigo-soya y cebada-canola, respectivamente, adicionada con enzimas, se incrementa en 9, 4 y 7 por ciento. Como se observa estos valores son semejantes a los obtenidos en el presente trabajo para esta etapa de producción.

Generalmente las enzimas se han utilizado en dietas hechas a base de materiales con alto contenido de polisacáridos que no son almidón (PNA), como el trigo, cebada, centeno y avena. En este tipo de dietas el efecto de incrementar la EMAn provocado por la adición de enzimas es muy notorio, encontrándose valores que superan a los contenidos normales de esta energía hasta en 42 por ciento, según trabajos desarrollados por Friesen *et al.*, (1992).

Este marcado efecto podría deberse a la hidrólisis de las enzimas sobre la fracción insoluble de la fibra específicamente la celulosa, material que normalmente no es degradado por el ave, liberando algunas moléculas de glucosa quedando disponibles para su digestión. Dentro de la fracción soluble de la fibra tenemos las pectinas que al ser fragmentadas por las enzimas de la dieta, pueden ser digeridas para obtener energía de ellas.

Algunas Semillas almacenan almidón en forma de gránulos que no pueden ser atacados por las enzimas propias del ave, es por eso que al adicionar enzimas a la dieta, puede ocurrir una mayor hidrólisis de este tipo de almidones, de tal forma que se incremente su digestibilidad aumentando la cantidad de EMAn.

Las aves tienden a consumir alimento para satisfacer sus necesidades energéticas primordialmente. Sin embargo como se observó en la evaluación estadística del consumo para esta etapa y como se aprecia en la determinación de la EMAn este incremento en la eficiencia de la utilización de la energía no tuvo un efecto sobre el consumo, pero al hacer una comparación numérica entre tratamientos, si hay diferencias en la cantidad de alimento que las aves consumieron.

Al hacer el ajuste de regresión para los datos obtenidos de EMAn encontramos una ecuación de respuesta de tipo multiplicativo, como se puede apreciar en la Figura 4.7, donde se observa una clara influencia sobre los valores de energía en las dietas adicionadas con enzimas, quedando la ecuación de la siguiente forma;

$$Y = 3146.32 X^{0.00950757} \qquad R^2 = 99.21$$

$$0 \leq X \leq 0.15$$

Se analizó el contraste del tratamiento uno, con media de 2948 kcal/kg vs los tratamientos dos, tres y cuatro con promedio de 3074.85 kcal/kg encontrándose que fue altamente significativo ($P < 0.01$), explicando la suma de cuadrados de los tratamientos para el contraste en un 91 por ciento, de tal forma que siendo este porcentaje tan elevado no importa el nivel de enzimas que se adicione arriba de 0.05 por ciento, la respuesta será la misma para cualquier porcentaje de adición.

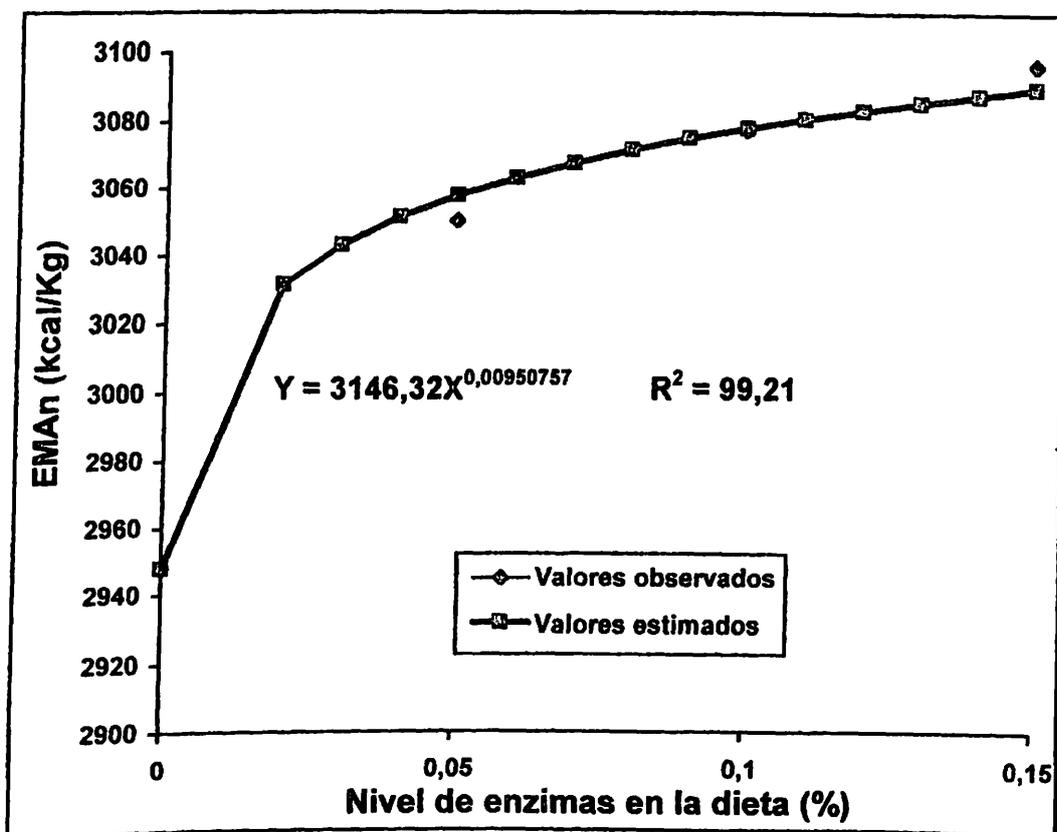


Figura 4.7. Efecto de las enzimas sobre la energía metabolizable aparente por corrección de nitrógeno.

Segunda Etapa. Prueba de Comportamiento.

Período de finalización.

Consumo de Alimento.

El comportamiento en el consumo fue similar para todos los tratamientos, al hacer el análisis estadístico para la segunda etapa (finalización), no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), los valores promedios de los cuatro tratamientos son relativamente iguales entre sí, aún comparándolos numéricamente se encuentran muy cercanos uno del otro, como se observa en el Cuadro 4.3. Estos resultados están un poco elevados, comparados con los reportados por las tablas de la N.R.C. (1994), pero hay que aclarar que las aves utilizadas para este experimento son machos reproductores pesados, que tienden a consumir un poco más de alimento que el pollo de engorda normal, ya que son más voraces.

Cuadro 4.3 Medias de respuesta para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia por tratamiento para la segunda etapa (Finalización).

Variables	Tratamientos				Significancia
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Consumo de alimento (g).	3827.34	3822.89	3877.22	3836.42	NS
Ganancia de peso (g).	1509.67	1526.66	1559.68	1550.99	NS
Conversión alimenticia (g/g).	2.53	2.50	2.48	2.47	NS

NS : no significativo

Según los resultados obtenidos para esta etapa de producción, la utilización de las enzimas en la primera etapa no repercutió en el consumo de alimento para los diferentes tratamientos ya que al igual que en la etapa anterior no hubo diferencia estadística. Al hacer el análisis de contraste T_1 vs T_2 , T_3 y T_4 , no se encontró respuesta al particionar la suma de cuadrados.

Aumento de Peso.

Con respecto a la ganancia de peso no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las medias de respuesta de los tratamientos, se observaron valores promedio muy uniformes como se puede ver en el cuadro 4.3. Estos resultados concuerdan con los sugeridos por las tablas de la N. R. C. (1994), para esta etapa de producción, que nos reporta un aumento promedio de 1540 g, aún cuando la EM proporcionada fue 200 kcal/kg menos que la propuesta por las tablas de requerimientos de la N. R. C.

Al igual que para consumo, podríamos decir que las enzimas no ejercieron una fuerte influencia sobre el comportamiento para esta variable en la segunda etapa de producción, ya que los valores promedios encontrados son bastante homogéneos, se observa claramente que no hubo un efecto acumulativo de las enzimas que influyera grandemente en la ganancia de peso. También se hizo el análisis del contraste T_1 vs T_2 , T_3 y T_4 , sin encontrar respuesta al particionar la suma de cuadrados.

Conversión Alimenticia.

Para la conversión alimenticia tampoco hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los valores promedios encontrados para los tratamientos (Cuadro 4.3), ya que los datos observados se encuentran muy cercanos entre sí. Estos resultados son diferentes a los reportados por las tablas de la N. R. C. (1994) que nos dan valores de 2.17 g/g para la eficiencia de conversión, esto se debe a la diferencia en el consumo de alimento que fue mayor de lo que se reporta.

Como se observa, para esta etapa de producción, ninguna de las variables evaluadas mostró tener diferencias estadísticas o numéricas entre sus valores promedio para los diferentes tratamientos. Es posible que esto se deba a la ausencia de enzimas en la dieta, ya que las aves fueron alimentadas con un mismo tipo de alimento.

Ningún tipo de efecto acumulativo se observó, no hubo crecimiento compensatorio ya que los valores encontrados para aumento de peso en la primera etapa, estuvieron muy cercanos entre sí y no se encontró algún tipo de diferencia, es decir la ganancia de peso se mantuvo proporcionalmente sin alterarse en las dos etapas, para todos los tratamientos.

El aumento en la digestibilidad de la PC y en la eficiencia de utilización de la EMAN debido al efecto de la adición de enzimas a la dieta durante la primera etapa, al parecer no influyó para obtener diferencias de respuesta entre los valores de consumo de alimento

ganancia de peso y conversión alimenticia, en los diferentes tratamientos, para esta fase de producción.

La adición de enzimas únicamente ejerce una influencia sobre la digestibilidad de nutrientes en las tres primeras semanas de vida de las aves ya que a esta edad carecen de un completo desarrollo, que ayude a la producción completa de su sistema enzimático. También se hizo el análisis del contraste T_1 vs T_2 , T_3 y T_4 , sin encontrar respuesta al particionar la suma de cuadrados.

Periodo de Iniciación-Finalización.

Se unieron los dos periodos de producción para evaluar estadísticamente el comportamiento de los pollos con respecto al consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, cuyos valores se muestran en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Medias de respuesta para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia para las dos etapas de producción Iniciación-Finalización.

Variables	Nivel de enzimas en la dieta (%)				Significancia
	0	0.05	0.10	0.15	
Consumo de alimento (g).	5171.80	5042.31	5102.85	5058.27	NS
Ganancia de peso (g).	2301.62	2289.19	2367.16	2367.50	NS
Conversión alimenticia (g/g).	2.24	2.20	2.15	2.13	**

NS : no significativo

** : ($P < 0.01$)

Consumo de Alimento.

Como observamos en los datos del cuadro anterior los valores obtenidos para el consumo de alimento son estadísticamente iguales ($P > 0.05$), es decir no mostraron diferencias significativas entre las medias de respuesta para los diferentes tratamientos durante las dos etapas de producción. Por otra parte al hacer el análisis de contraste T_1 vs T_2 , T_3 y T_4 , no se encontró respuesta al particionar la suma de cuadrados.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Schang *et al.*, (1996), que reporta consumos de hasta 5760 g en una dieta a base de sorgo y soya suplementada con enzimas, sin encontrar diferencias estadísticas entre tratamientos. Por otro lado las tablas de la N. R. C. (1994) reportan consumos promedios de 4120 g para siete semanas de edad, muy inferiores a los aquí determinados. Sin embargo estos valores se determinaron para una dieta con 3200 kcal/kg de EM y la que se utilizó en este experimento tenía 3000 kcal/kg de EM siendo que las aves comen para satisfacer sus necesidades de energía, cuando la ración tiene valores menores tienden a consumir más para satisfacer esta demanda energética.

De esta manera se explicaría la razón por la que el consumo fue mayor comparado con lo reportado. Además, por tratarse de machos reproductores el consumo tiende a incrementarse en este tipo de aves, superando los promedios establecidos para el pollo de engorda.

Aumento de Peso.

De la misma forma al evaluar la ganancia de peso, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los valores de respuesta de los tratamientos, los promedios obtenidos son relativamente iguales para toda la producción, ya que se encuentra muy cercanos entre sí, como se observa en el Cuadro 4.4. Al hacer el análisis de contraste T_1 vs T_2 , T_3 y T_4 , no se encontró respuesta al particionar la suma de cuadrados.

Estos resultados son muy diferentes a los reportados por Schang *et al.* (1996), donde el reporta valores hasta de 2890 g para ganancia de peso total, una diferencia de más de 500 g comparado con los resultados aquí observados. Esta gran disparidad en el aumento de peso podría deberse a la línea de aves utilizada, ya que existen marcadas diferencias de comportamiento entre las que existen en el mercado.

Conversión Alimenticia.

En cuanto a la conversión alimenticia se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre los tratamientos para todo el experimento, siendo el que mostró una eficiencia de conversión inferior (2.24 g/g) el tratamiento testigo (Cuadro 4.4). Mientras que el de mayor contenido de enzimas (0.15 por ciento) fue el mejor (2.13 g/g).

Al hacer el análisis de regresión se encontró una respuesta de tendencia lineal quedando la ecuación como se muestra a continuación:

$$Y = 2.237 - 0.76 X$$

$$R^2 = 97.57$$

$$0 \leq X \leq 0.15$$

Como se puede apreciar en la Figura 4.8 hay una marcada influencia de los diferentes niveles de adición de enzimas sobre el comportamiento de la conversión alimenticia. Esto nos indica que a medida que aumenta el nivel de enzimas, se requiere de menos alimento para producir una unidad de peso en las aves.

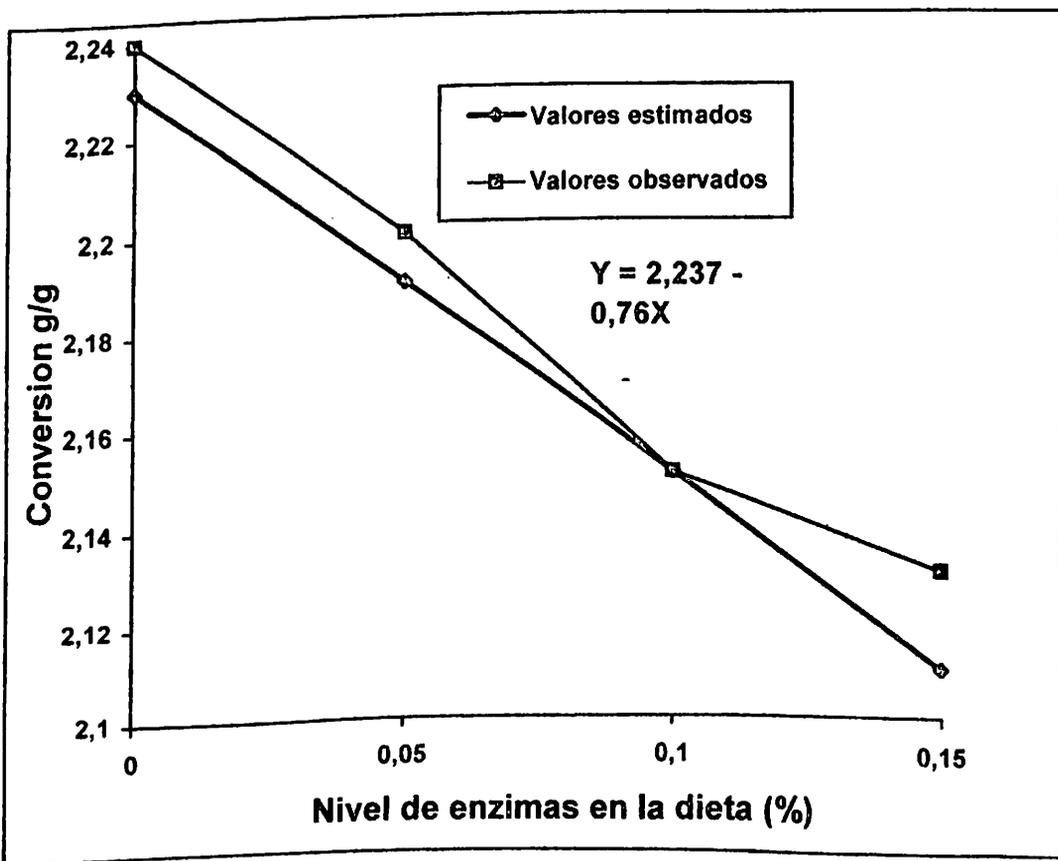


Figura 4.8 Efecto de la adición de enzimas sobre la conversión alimenticia de todo el experimento.

Estas conversiones están cercanas a las obtenidas por Schang *et al.*, (1996) que nos reportan 2.18 g/g, utilizando niveles hasta de 0.03 por ciento de enzimas en la dieta. Por otro lado Rodríguez *et al.*, (1997) reportan los mismos resultados utilizando 0.10 por ciento de enzimas.

Podríamos decir que las enzimas tuvieron un efecto positivo sobre la eficiencia de conversión de todo el experimento y que este incremento se debe al aumento en las digestibilidades de la PC y FC así como a la notable mejoría en el aprovechamiento de la energía que se observó durante la etapa de iniciación.

Para esta variable se hizo el análisis del siguiente contraste, tratamiento uno con media de 2.24 g/g vs los tratamientos dos, tres, y cuatro con promedio de 2.16 g/g encontrándose que fue altamente significativo ($P < 0.01$) explicando la suma de cuadrados de tratamientos para el contraste en un 67 por ciento. Quiere decir que al no adicionar enzimas la conversión alimenticia es menos eficiente.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos en este experimento, al adicionar enzimas en dietas para pollos de engorda, según los niveles evaluados, podemos concluir:

- Al hacer el análisis de varianza, para las variables consumo de alimento y ganancia de peso no se obtuvieron diferencias en cuanto a sus medias de respuesta entre los tratamientos, sin embargo al evaluar el contraste T_1 vs T_2 , T_3 y T_4 , si se encontró diferencias significativas, para la variable consumo, esto nos indica que si hubo un efecto al adicionar enzimas sobre esta variable.
- La conversión alimenticia se hace más eficiente a medida que se incrementa la inclusión de las enzimas, mejorándose en 1.78, 4.01 y 4.91 por ciento para los niveles de 0.05, 0.1 y 0.15 por ciento respectivamente.
- Los valores de digestibilidad de la PC y la FC se mejoran positivamente con el nivel de inclusión de las enzimas en la dieta. Para los niveles de 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento se tiene un aumento en la digestibilidad aparente de 0.97, 1.05 y 1.82 por ciento, para la PC, y de 12.96, 22.22 y 27.77 por ciento, para la FC correspondiente a cada nivel de inclusión

- La EMAn se incrementa a medida que se aumentó el nivel de inclusión de las enzimas, superando al tratamiento testigo con una mejor eficiencia en la utilización que fue de 3.35, 4.20 y 4.80 por ciento para los niveles de 0.05, 0.10 y 0.15 respectivamente.
- Aunque se observó un aumento en la digestibilidad de la PC y la FC, un incremento en la utilización de la EMAn, influenciado por la adición de enzimas, esto no afectó el comportamiento de las aves, ya que no hubo diferencias entre los tratamientos al evaluar los parámetros productivos.
- En base a las conclusiones anteriores podemos decir que el nivel de enzimas se puede llevar desde un 0.05, 0.10 hasta 0.15 por ciento, en las dietas hechas a base de sorgo y soya para iniciación, sin que se vean afectados negativamente, el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Sin embargo para un sistema de producción sería más conveniente utilizar el nivel de 0.05 por ciento, ya que sería el de menor costo para la explotación.

RESUMEN

Se realizó un experimento con la finalidad de determinar el nivel de enzimas que mejora la eficiencia de la utilización de energía metabolizable y la proteína digestibles contenidas en la dieta y evaluar el comportamiento de pollos alimentados con enzimas.

En la primera etapa se hizo la estimación de la energía metabolizable aparente, las digestibilidades de la materia seca, fibra y proteína crudas, utilizándose pollitos de un día de edad de la raza Avian. Estos se dividieron en 16 grupos y recibieron una misma dieta durante la primera semana de edad, que a su vez conformaron un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento.

Posteriormente, durante las tres siguientes semanas se alimentaron, un tratamiento con la misma dieta sin adicionar enzimas, el segundo con 0.05 por ciento de enzimas , el tercero con 0.10 y el cuarto con 0.15 por ciento. Se hizo la cuantificación de ganancia de peso, alimento consumido y rechazado con el propósito de evaluar el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, los días 7, 14, 15, 16, 17 y 28 así como la recolección total de excretas durante los cuatro primeros días de la tercera semana, para determinar las digestibilidades de la MS, PC, FC y la EMAn.

El consumo de alimento no tuvo diferencias ($P>0.05$) para la primera etapa, sin embargo se observó una marcada tendencia de tipo multiplicativa, determinada por la siguiente ecuación $Y = 1,165.66X^{-0.020209}$, con un $R^2 = 95.04$. La ganancia de peso no mostró diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, además no hubo algún tipo de tendencia, siendo los valores; 1344.45, 1219.42, 1225.63 y 1221.86 g; 707.35, 737.10, 727.09 y 746.42 g ; respectivamente para los niveles de 0.00, 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de adición de enzimas.

La eficiencia de conversión se aumento ($P<0.05$), encontrándose los valores de 2.24, 2.20, 2.15 y 2.13, para los niveles de 0.00, 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de enzimas mejorándose con respecto a la dieta sin enzimas en 12.84, 11.42 y 13.94 por ciento para los niveles 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento respectivamente, determinándose la ecuación de respuesta con tendencia multiplicativa, quedando; $Y = 1.5403^{-0.0299319}$, con $R^2 = 94.89$.

De los resultados obtenidos, el valor de la determinación de la eficiencia de la utilización de la energía metabolizable se incremento ($P< 0.05$) en 3.35. 4.20 y 4.8 por ciento para los niveles de adición de enzimas de 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento, respectivamente, con respecto a la dieta de referencia, teniendo los valores de; 2948, 3050.27, 3077.48 y 3096.81 para los niveles de 0.00, 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de enzimas, encontrándose una ecuación de tendencia multiplicativa, quedando;

$$Y = 3146.32X^{0.00950757}, \text{ con } R^2 = 99.21.$$

La digestibilidad de la proteína cruda (87.29, 88.14, 88.21 y 88.88 por ciento) se mejoró ($P < 0.05$) en 0.97, 1.05 y 1.82 por ciento, para los tres niveles de enzimas (0.05, 0.10 y 0.15 por ciento) respectivamente, con respecto a la dieta de referencia, junto con los valores de la fibra cruda (1.08, 1.22, 1.32 y 1.38 por ciento), la cual a su vez mostró una mejoría ($P < 0.05$) en su digestibilidad que fue de 12.96, 22.22 y 27.77 por ciento para los mismos niveles de enzimas, quedando las ecuaciones de respuesta como se muestra a continuación; $Y = 87.41 + 9.67X$, con $R^2 = 91.59$ y $Y = 1.107 + 1.97X$ con $R^2 = 97.03$, respectivamente.

En la segunda etapa, no se encontró diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos para; consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, siendo los valores; 3827.34, 3822.86, 3877.22 y 3836.42 kcal/kg; 1509.67, 1526.66, 1559.68 y 1550.99 g; 2.53, 2.50, 2.48 y 2.47 g/g; para los niveles de 0.00, 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de enzimas, respectivamente.

Al analizar todo el período experimental los valores para consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia fueron; 5171.80, 5042.31, 5102.85 y 5058.27 g; 2301.62, 2289.19, 2367.16 y 2367.50 g; 2.24, 2.20, 2.15 y 2.13 g/g; respectivamente para los niveles de 0.00, 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de enzimas. No encontrándose diferencias ($P > 0.05$) para consumo y ganancia de peso, sin embargo la conversión mostró mejoría en 1.78, 4.01 y 4.91 por ciento respectivamente, con respecto a la dieta de referencia, para los niveles de 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento de adición de enzimas.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists. (AOAC) 1984. Official Methods of Analysis , 13th ed. Washington, D. C.
- Bakker, W. 1996. Como manejar mejor el pollo de engorda a más de 1500 metros sobre el nivel del mar. En: memorias del III Simposium Avícola. Saltillo, Coahuila, México. pp 39 - 43.
- Bedford, Mike. 1996. La utilización eficaz del trigo en dietas avícolas. Industria Avícola. Vol 43 No. 10: pp 22-25. México.
- Brufau, J., R. Coss, A. Perez-Vendrell and E. Steeve- García.1994. Performance of laying hens as affected by the supplementation of a barley basal diet whit a crude enzyme preparation from *Trichoderma viride*. Can. J. of Anim. Sc. 74:129 - 133. Canada.
- Brenes, A. R., R. Marquardt, W. guenter and B. A. Rotter. 1993. Effect of enzyme supplementation on the nutritional value of raw, autoclaved , and dehulled lupins (*Lupinus albus*) in chicken diets. Poultry Sc. 72: 2281-2293. USA.
- Charlton, P. 1996. Expanding Enzyme applications: Higer amino-acid and energy values for vegetables proteins. Proceedings of 12th Annual Simposium on Biotechnology in Feed industry. Alltech, Inc. USA. pp 317-326.
- Cuca G., M., E. Avila y A. Pro. 1982. Alimentación de las Aves. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp 31-32.
- Classsen H. L., G. L. Campbell and J. W. D. Grootwassink. 1988. Improved feeding value of Saskatchewan-grown barley for broiler chikens with dietary enzyme supplementation. Can. J. of Anim. Sc. 68: 1253-1259. Canada.
- Dale, Nick. 1996. Estrategias con ingredientes alimenticios alternativos para aves. 23° conferencia Anual de Nutrición Avícola de Carolina. Charlotte, NC, USA. Feed and Grain Julio de 1996 pp 4-7.

- Friesen, O. D., W. Guenter, R. R. Marquardt and B. A. Rotter. 1991. The effects of enzyme supplementation on the nutritive value of rye grain (*Secale cereale*) for the young broiler chick. *Poultry Sc* 70: 2501-2508. USA.
- Friesen, O. D., W. Guenter, R. R. Marquardt and B. A. Rotter. 1992. The effect of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibilities of wheat, barley, oats and rye for the young broiler chick. *Poultry Sc.* 71: 1710-1721. USA.
- Graham, H. 1997. Enzimas para dietas de maíz-soya para parrilleros. *Alimentos Balanceados Para Animales*. Vol. 4 No. 6 pp 22-24. México.
- Morán, E. T. 1991. Utilización del almidón por las aves. X Ciclo de conferencias internacionales sobre avicultura, AMENA. México PP 83-102.
- 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.
- 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. Universidad Estatal de Maringá, Brasil. *Tecnología Avipecuaria*, año 10 No. 119. Pp 48-50.
- Nahm, K. H. and C. W. Carlson. 1985. Effect of cellulase from *Trichoderma viride* on nutrient utilization by broilers. *Poultry Sc.* 64: 1536-1540. USA.
- National Research Council. (N.R.C.) 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. Washington D. C.: National Academy Press.
- Nwokolo, E. and J. Sim. 1989. Barley and full-fat canola seed in broiler diets. *Poultry Sc.* 68:1374-1380. USA.
- Petterson, D. and P. Aman, 1989. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. *Brit. J. Nutr.* 62:139-149. USA.
- Potter, L. M., M. W. Stutz and L. D. Matterson. 1965. Metabolizable energy and digestibility coefficient of barley for chicks as influenced by water treatment or by presence of fungal-enzyme. *Poultry Sc.* 44:565-573. USA.
- Rodríguez, M. C., F. Torres S., E. Camacho M. y V.M. Santana R. 1997. Uso de enzimas en la alimentación de pollos en engorda, con dietas a base de sorgo con alto y bajo contenido de taninos. *Memorias. XXVI Reunion de la Asociación Mexicana de Nutrición Animal*. Chapingo, México. Pp 185-188.

- Rotter, B. A., R. R. Marquardt, W. Guenter, L. D. Campbell and G.H. Crow. 1990. Estimation of nitrogen-corrected true metabolizable energy of two different barley samples with and without enzyme supplementation over different excreta collection times. *Poultry Sc.* 69:1816-1817. (Research Note). USA.
- Sibbald, I. R. and S.J Slinger. 1963. Abiological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems asociated with the evaluation of fats. *Poultry Sci.* 42: 3131-325. USA.
- 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 Alltech.* Nicholasville, Kentucky, USA. pp 65-71.
- Schutte, J. B. 1990. Nutrition implication and metabolizable energy value of D-Xylose and L-Arabinose in chicks. *Poultry Sc.* 69:1724-1730. USA.
- Scott, M. L., M. C. Nesheim y R. J. Young. 1973. Alimentación de las Aves. Primera edición española. Ediciones GEA. Barcelona, España. pp 28-30.
- Sturkie, P. D. 1976. *Avian Physiology*, edit. Springer-Verlang New York Inc. USA.
- Steel, D. R. G. y J. H. Torrie. 1986. *Bioestadística. principios y procedimientos.* 2da edición. p 453. España.
- Vandepopuliere, J. M. and J.J. Lyons. 1993. The effect of enzymes supplementation of broiler diet formulated with soybean meal or distillers dried grains + solubles. *Poultry Sc.* 72:88. (Abstracts) . USA.
- 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.

APENDICE A

Cuadros de concentración de datos de las variables evaluadas

A.1. Consumo de alimento, aumento de peso y conversión alimenticia para la primera etapa.

Nivel de enzimas (%)	Consumo g	Aumento de peso g	Conversión g/g
0.0	1245.71	653.60	1.90
0.0	1487.46	749.48	1.98
0.0	1362.88	682.90	1.99
0.0	1281.76	743.42	1.72
0.05	1283.05	689.20	1.86
0.05	1173.34	728.70	1.61
0.05	1175.06	762.63	1.54
0.05	1246.23	767.86	1.62
0.10	1130.68	726.96	1.55
0.10	1143.36	673.72	1.69
0.10	1315.02	738.75	1.78
0.10	1313.45	768.91	1.70
0.15	1263.21	792.00	1.59
0.15	1171.64	722.77	1.62
0.15	1200.03	727.12	1.65
0.15	1252.54	743.80	1.68

A.2. Digestibilidad de la materia seca (MS), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC) y energía metabolizable aparente por corrección de nitrógeno (EMAn).

Nivel de enzimas (%)	MS (%)	FC (%)	PC (%)	EMAn
0.0	73.82	1.132	87.405	2961.77
0.0	73.17	1.066	87.678	2945.09
0.0	74.33	1.063	86.952	2933.90
0.0	74.96	1.091	87.147	2951.24
0.05	75.04	1.192	88.207	3023.70
0.05	74.65	1.253	88.429	3040.40
0.05	75.21	1.286	88.338	3069.39
0.05	76.49	1.178	87.625	3067.59
0.10	75.86	1.247	87.677	3085.51
0.10	77.99	1.375	88.393	3088.00
0.10	76.75	1.319	87.954	3063.07
0.10	76.75	1.349	88.816	3073.34
0.15	76.71	1.424	89.456	3095.22
0.15	77.62	1.398	88.126	3078.17
0.15	77.15	1.341	88.639	3095.32
0.15	77.55	1.376	89.328	3118.53

A.3. Consumo de alimento, aumento de peso y conversión alimenticia para la segunda etapa.

Nivel de enzimas (%)	Consumo g	Aumento de peso g	Conversión g/g
0.0	4000.41	1577.90	2.535
0.0	3126.76	1268.52	2.464
0.0	3918.19	1556.60	2.517
0.0	4264.03	1635.68	2.606
0.05	3606.28	1409.89	2.557
0.05	4153.42	1626.94	2.552
0.05	3944.76	1196.73	3.296
0.05	3587.13	1473.10	2.435
0.10	3551.64	1416.03	2.508
0.10	4046.59	1614.35	2.506
0.10	3964.69	1614.28	2.456
0.10	3945.99	1594.09	2.475
0.10	3824.17	1558.50	2.453
0.15	3548.10	1438.38	2.466
0.15	3651.68	1466.20	2.490
0.15	4321.73	1740.90	2.482

A.4. Consumo de alimento, aumento de peso y conversión alimenticia para todo el experimento.

Nivel de enzimas (%)	Consumo g	Aumento de peso g	Conversión g/g
0.0	5246.12	2326.95	2.26
0.0	4614.22	2099.92	2.19
0.0	5281.07	2335.37	2.26
0.0	5545.79	2444.25	2.26
0.05	4889.33	2172.21	2.25
0.05	5326.76	2406.03	2.21
0.05	5119.82	2344.03	2.18
0.05	4833.36	2234.50	2.16
0.10	4682.32	2211.49	2.11
0.10	5189.95	2374.44	2.18
0.10	5279.71	2438.21	2.16
0.10	5259.44	2444.50	2.15
0.15	5087.38	2426.15	2.09
0.15	4719.74	2234.82	2.11
0.15	4851.71	2263.36	2.14
0.15	5574.27	2545.70	2.19

APENDICE B

Análisis de varianza y análisis de regresión de las variables evaluadas

B.5. Análisis de varianza y análisis de regresión del consumo de alimento para la primera etapa.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	44841.348	3	14947.116	2.229	0.1374
Within groups	80466.340	12	6705.528		
Total (corrected)	125307.69	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.cons1 by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	1344.4525	53.596602	40.943645	1281.3562	1407.5488
0.05	4	1219.4200	27.170341	40.943645	1156.3237	1282.5163
0.1	4	1225.6275	51.224001	40.943645	1162.5312	1288.7238
0.15	4	1221.8550	21.698084	40.943645	1158.7587	1284.9513
Total	16	1252.8387	20.471823	20.471823	1221.2906	1284.3869

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: 1344.45 1219.42 1225 Independent variable: 0.001 0.05 0.10 0.

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	7.06105	0.0132142	534.354	0.00000
Slope	-0.020209	0.0032632	-6.19302	0.02510

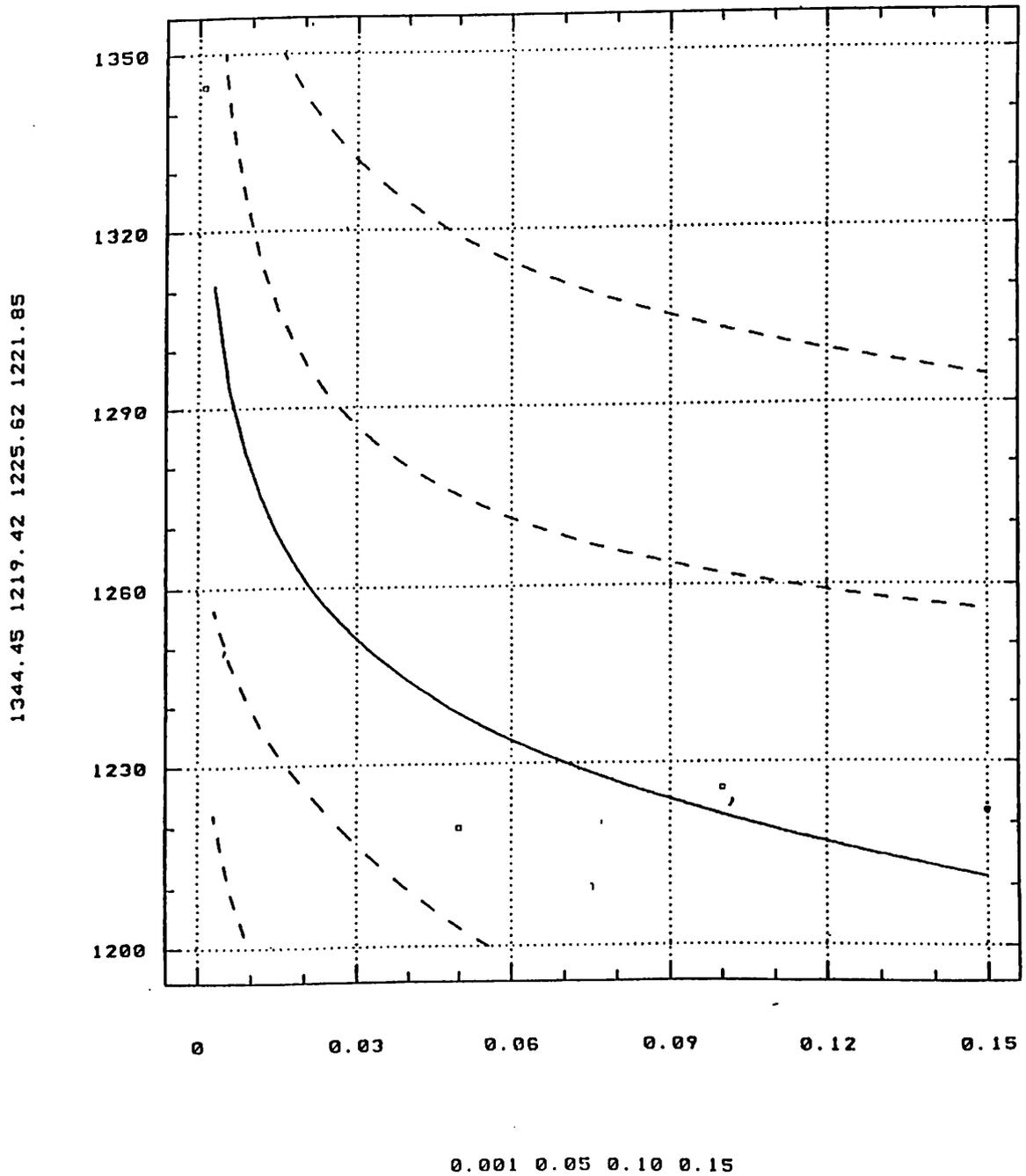
* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	0.006480	1	0.006480	38.35347	0.02510
Residual	0.0003379	2	0.0001690		
Total (Corr.)	0.0068183	3			

Correlation Coefficient = -0.974904 R-squared = 95.04 percent
 Std. Error of Est. = 0.0129986

Regression of 1344.45 1219.42 1225.62 1221.85 on 0.001 0.05 0.10 0.15



B.6. Análisis de varianza para el aumento de peso de la primera etapa.

Analysis of variance						
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level	
Between groups	3362.189	3	1120.7296	0.736	0.5505	
Within groups	18275.230	12	1522.9359			
Total (corrected)	21637.419	15				

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.aumel by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	707.35000	23.385977	19.512405	677.28038	737.41962
0.05	4	737.09750	18.172618	19.512405	707.02788	767.16712
0.1	4	727.08500	19.860433	19.512405	697.01538	757.15462
0.15	4	746.42250	15.854056	19.512405	716.35288	776.49212
Total	16	729.48875	9.756203	9.756203	714.45394	744.52356

B.7. Análisis de varianza y análisis de regresión de la conversión alimenticia para la primera etapa.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	0.1801992	3	0.0600664	5.269	0.0150
Within groups	0.1367868	12	0.0113989		
Total (corrected)	0.3169859	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.conv1 by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	1.9020000	0.0626272	0.0533828	1.8197344	1.9842656
0.05	4	1.6582500	0.0699600	0.0533828	1.5759844	1.7405156
0.1	4	1.6850000	0.0470797	0.0533828	1.6027344	1.7672656
0.15	4	1.6370000	0.0191268	0.0533828	1.5547344	1.7192656
Total	16	1.7205625	0.0266914	0.0266914	1.6794297	1.7616953

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: '1.90 1.65 1.68 1.63 Independent variable: 0.001 0.05 0.10 0.

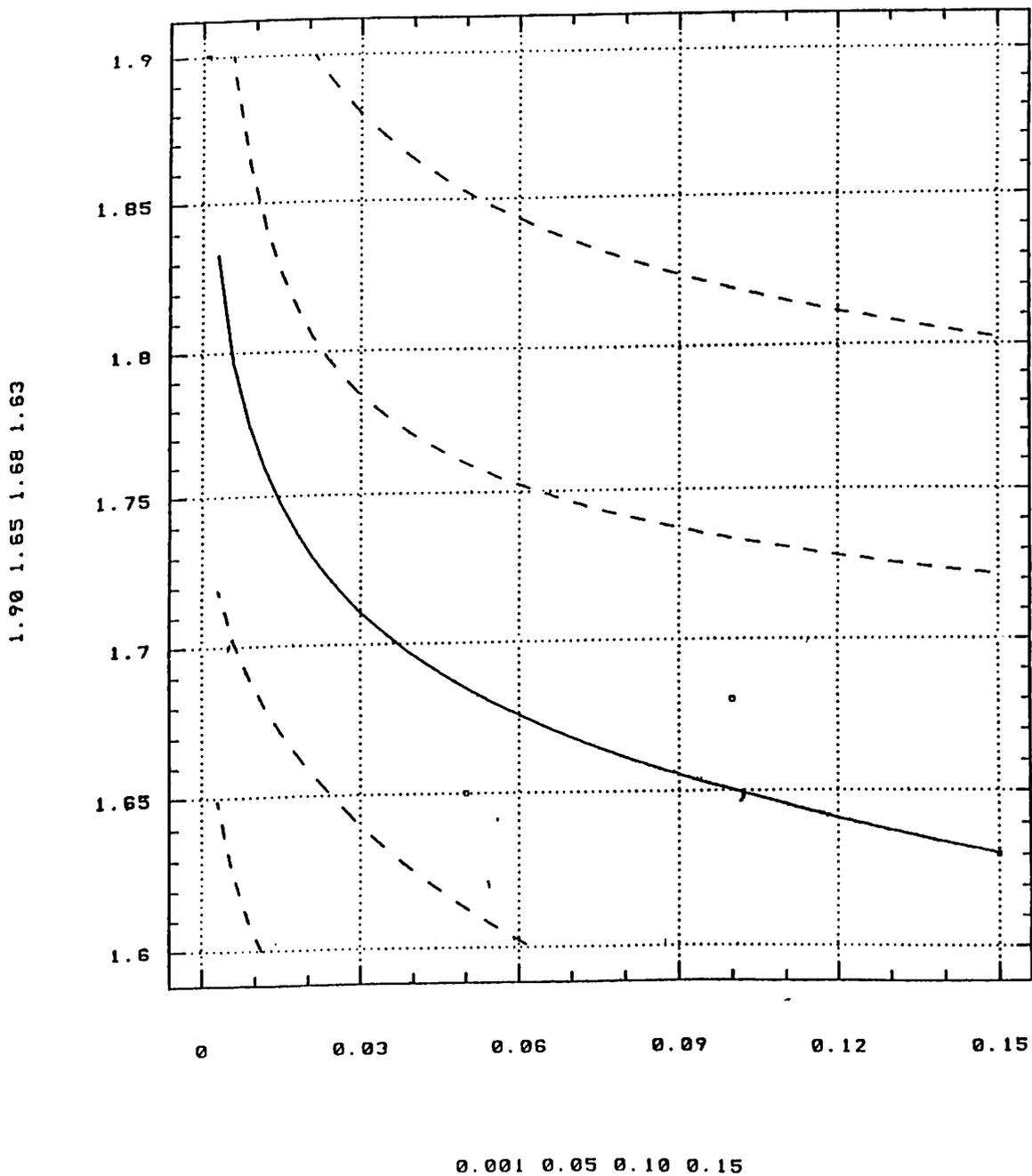
Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	0.431967	0.019889	21.7188	0.00211
Slope	-0.0299319	0.00491153	-6.09422	0.02588

* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	0.014216	1	0.014216	37.13949	0.02588
Residual	0.0007655	2	0.0003828		
Total (Corr.)	0.0149815	3			

Correlation Coefficient = -0.974115 R-squared = 94.89 percent
 Std. Error of Est. = 0.0195646

Regression of 1.90 1.65 1.68 1.63 on 0.001 0.05 0.10 0.15



B.8. Análisis de varianza del consumo de alimento para la segunda etapa.

Analysis of variance						
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level	
Between groups	7390.0	3	2463.33	0.020	0.9958	
Within groups	1446324.5	12	120527.04			
Total (corrected)	1453714.5	15				

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.cons2 by LEONEL.tratos						
Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	3827.3475	244.90091	173.58502	3559.8441	4094.8509
0.05	4	3822.8975	137.41817	173.58502	3555.3941	4090.4009
0.1	4	3877.2275	110.70563	173.58502	3609.7241	4144.7309
0.15	4	8836.4200	171.49663	173.58502	3568.9166	4103.9234
Total	16	3840.9731	86.79251	86.79251	3707.2214	3974.7248

B.9. Análisis de varianza del aumento de peso para la segunda etapa.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	44327.75	3	14775.916	0.682	0.5800
Within groups	260089.29	12	21674.108		
Total (corrected)	304417.04	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONBL.aumen2 by LEONBL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	1509.6750	82.102375	73.610644	1396.2372	1623.1128
0.05	4	1426.6650	89.171085	73.610644	1313.2272	1540.1028
0.1	4	1559.6875	48.122534	73.610644	1446.2497	1673.1253
0.15	4	1550.9950	68.308470	73.610644	1437.5572	1664.4328
Total	16	1511.7556	36.805322	36.805322	1455.0367	1568.4745

B.10. Análisis de varianza de la conversión alimenticia para la segunda etapa.

Analysis of variance						
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level	
Between groups	0.1440472	3	0.0480157	1.199	0.3518	
Within groups	0.4804425	12	0.0400369			
Total (corrected)	0.6244897	15				

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.conv2 by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	2.5305000	0.0293329	0.1000461	2.3763239	2.6846761
0.05	4	2.7100000	0.1973563	0.1000461	2.5558239	2.8641761
0.1	4	2.4862500	0.0125988	0.1000461	2.3320739	2.6404261
0.15	4	2.4727500	0.0082601	0.1000461	2.3185739	2.6269261
Total.	16	2.5498750	0.0500230	0.0500230	2.4727869	2.6269631

B.11. Análisis de varianza del consumo de alimento para el total del experimento.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	40313.9	3	13437.95	0.125	0.9433
Within groups	1286814.7	12	107234.56		
Total (corrected)	1327128.6	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.consumo by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	5171.8000	197.53214	163.73344	4919.4784	5424.1216
0.05	4	5042.3175	113.27790	163.73344	4789.9959	5294.6391
0.1	4	5102.8550	141.48963	163.73344	4850.5334	5355.1766
0.15	4	5058.2750	188.05429	163.73344	4805.9534	5310.5966
Total	16	5093.8119	81.86672	81.86672	4967.6511	5219.9727

B.12. Análisis de varianza del aumento de peso para el total del experimento.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	21002.79	3	7000.931	0.431	0.7349
Within groups	195101.12	12	16258.426		
Total (corrected)	216103.91	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.aumento by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	2301.6225	72.345743	63.754267	2203.3739	2399.8711
0.05	4	2289.1925	52.705414	63.754267	2190.9439	2387.4411
0.1	4	2367.1600	54.249213	63.754267	2268.9114	2465.4086
0.15	4	2367.5075	72.826383	63.754267	2269.2589	2465.7561
Total	16	2331.3706	31.877134	31.877134	2282.2463	2380.4949

B.13. Análisis de varianza y análisis de regresión de la conversión alimenticia para todo el experimento.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	0.0298250	3	0.0099417	7.208	0.0050
Within groups	0.0165500	12	0.0013792		
Total (corrected)	0.0463750	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for LEONEL.convers by LEONEL.tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	2.2425000	0.0175000	0.0185686	2.2138849	2.2711151
0.05	4	2.2000000	0.0195789	0.0185686	2.1713849	2.2286151
0.1	4	2.1500000	0.0147196	0.0185686	2.1213849	2.1786151
0.15	4	2.1325000	0.0217466	0.0185686	2.1038849	2.1611151
Total	16	2.1812500	0.0092843	0.0092843	2.1669424	2.1955576

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: 2.24 2.20 2.15 2.13 Independent variable: 0.0 0.05 0.10 0.15

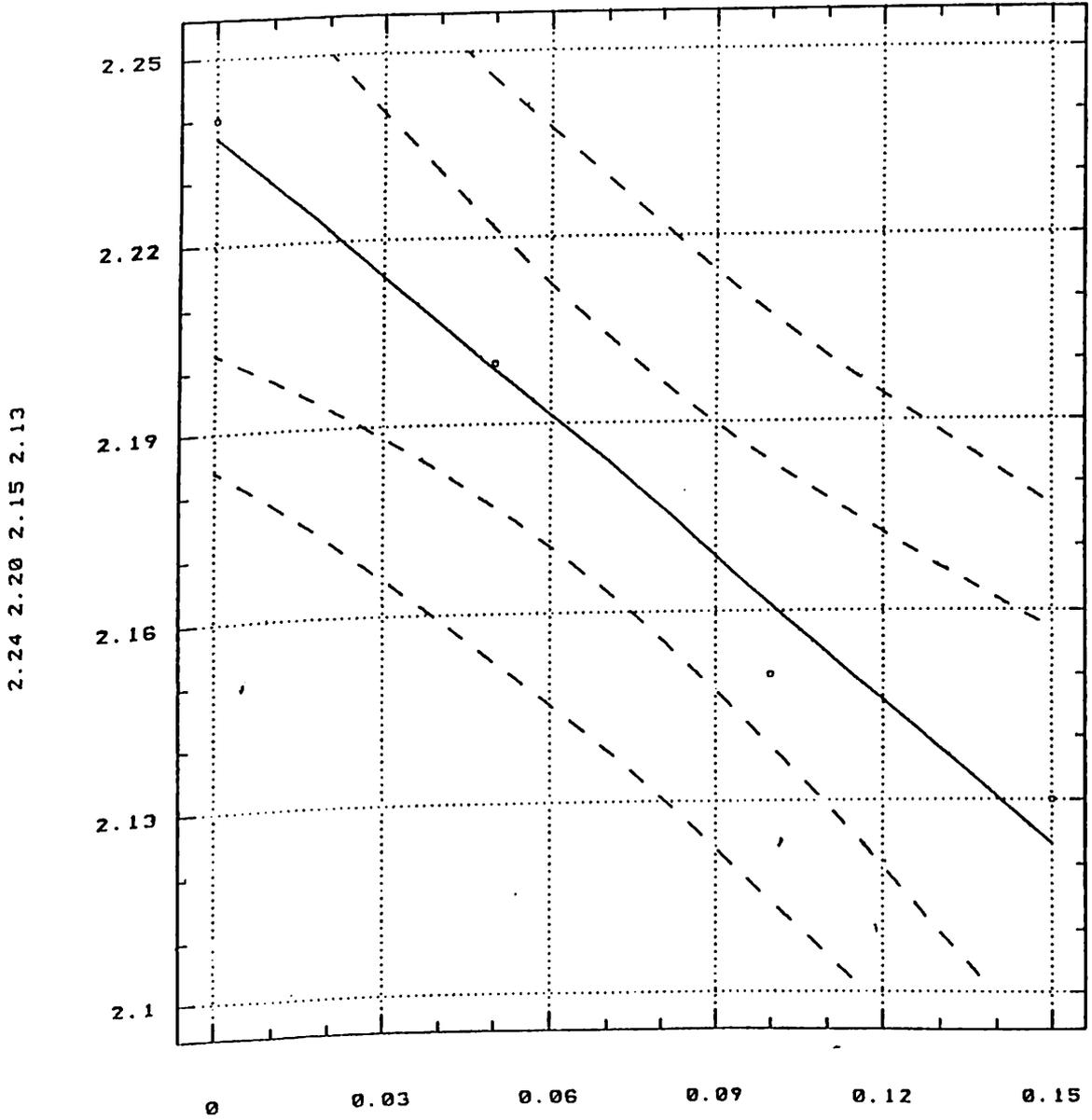
Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	2.237	0.00793725	281.836	0.00001
Slope	-0.76	0.0848528	-8.95669	0.01224

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	0.007220	1	0.007220	80.22222	0.01224
Residual	0.0001800	2	0.0000900		
Total (Corr.)	0.0074000	3			

Correlation Coefficient = -0.987763
 Std. Error of Est. = 0.00948683
 R-squared = 97.57 percent

Regression of 2.24 2.20 2.15' 2.13 on 0.0 0.05 0.10 0.15



0.0 0.05 0.10 0.15

B.14. Análisis de varianza y análisis de regresión de la digestibilidad de la materia seca.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	25.495819	3	8.4986063	15.775	0.0002
Within groups	6.464825	12	0.5387354		
Total (corrected)	31.960644	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for ANALIZAR.MSdig by ANALIZAR.Tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	74.070000	0.3799342	0.3669930	73.504445	74.635555
0.05	4	75.347500	0.3984632	0.3669930	74.781945	75.913055
0.1	4	76.837500	0.4377095	0.3669930	76.271945	77.403055
0.15	4	77.257500	0.2098164	0.3669930	76.691945	77.823055
Total	16	75.878125	0.1834965	0.1834965	75.595348	76.160902

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: 74.07 75.34 76.83 77 Independent variable: 0.0 0.05 0.10 0.15

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	74.218	0.303876	244.238	0.00002
Slope	22.06	3.24857	6.79068	0.02100

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	6.083045	1	6.083045	46.11337	0.02100
Residual	0.2638300	2	0.1319150		

Total (Corr.) 6.3468750 3

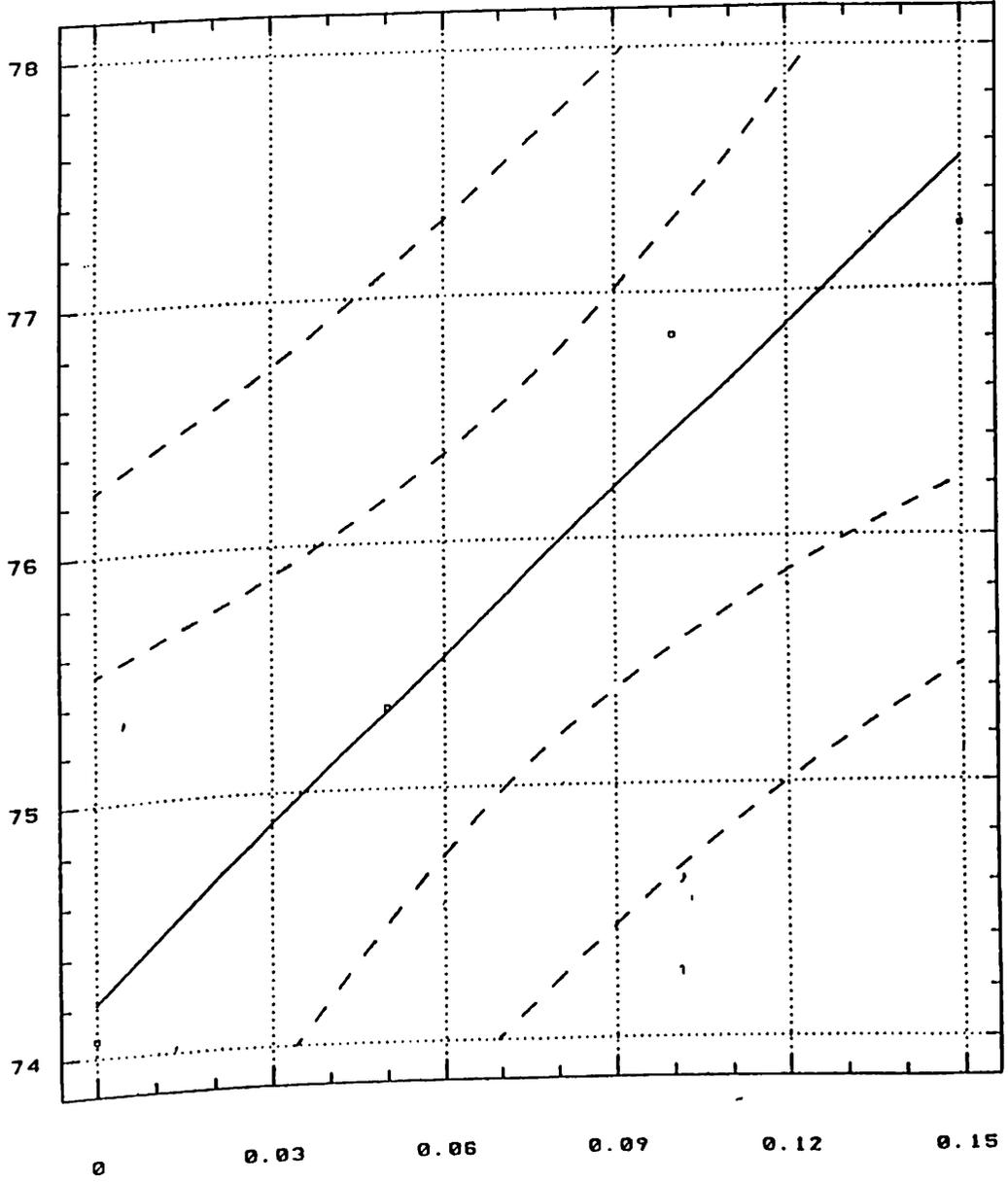
Correlation Coefficient = 0.978995

R-squared = 95.84 percent

Std. Error of Est. = 0.363201

Regression of 74.07 75.34 76.83 77.25 on 0.0 0.05 0.10 0.15

74.07 75.34 76.83 77.25



0.0 0.05 0.10 0.15

B.15 Análisis de varianza y análisis de regresión de la digestibilidad de la fibra cruda.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	0.2001953	3	0.0667317	33.768	0.0000
Within groups	0.0237145	12	0.0019762		
Total (corrected)	0.2239097	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for ANALIZAR.FCdig by ANALIZAR.Tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	1.0880000	0.0159531	0.0222273	1.0537466	1.1222534
0.05	4	1.2272500	0.0254669	0.0222273	1.1929966	1.2615034
0.1	4	1.3225000	0.0276451	0.0222273	1.2882466	1.3567534
0.15	4	1.3847500	0.0175754	0.0222273	1.3504966	1.4190034
Total	16	1.2556250	0.0111136	0.0111136	1.2384983	1.2727517

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

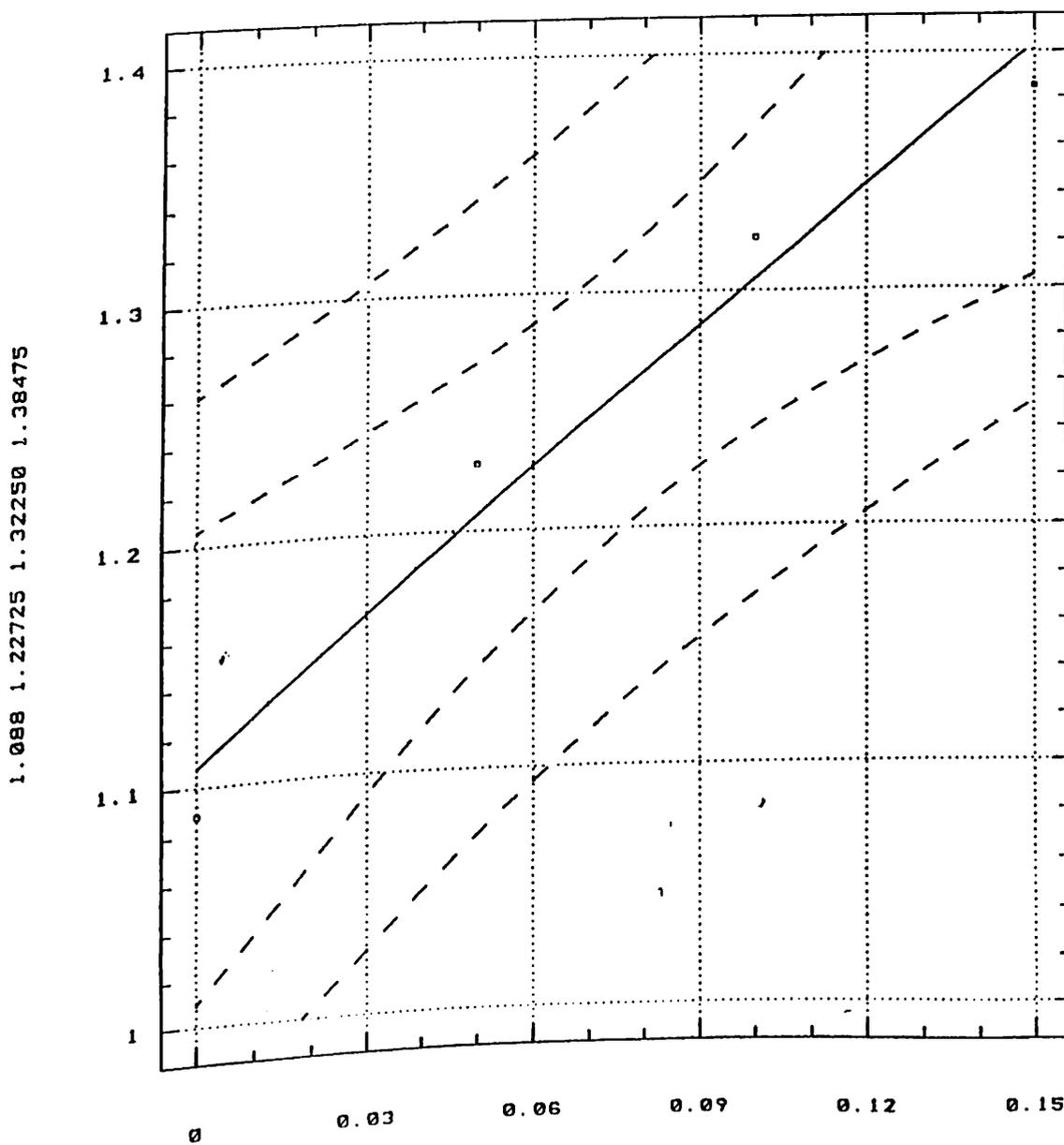
Dependent variable: 1.088 1.22725 1.3225 Independent variable: 0.0 0.05 0.10 0.15

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	1.1078	0.0228233	48.538	0.00042
Slope	1.971	0.243992	8.07814	0.01498

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	0.048561	1	0.048561	65.25635	0.01498
Residual	0.0014883	2	0.0007442		
Total (Corr.)	0.0500488	3			

Correlation Coefficient = 0.985019
 Std. Error of Est. = 0.0272791
 R-squared = 97.03 percent

Regression of 1.088 1.22725 1.32250 1.38475 on 0.0 0.05 0.10 0.15



0.0 0.05 0.10 0.15

B.16. Análisis de varianza y análisis de regresión de la digestibilidad de la proteína cruda.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	5.1059253	3	1.7019751	7.856	0.0036
Within groups	2.5996165	12	0.2166347		
Total (corrected)	7.7055418	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for ANALIZAR.PCdig by ANALIZAR.Tratos

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	87.295500	0.1576761	0.2327202	86.936866	87.654134
0.05	4	88.149750	0.1807528	0.2327202	87.791116	88.508384
0.1	4	88.210000	0.2500583	0.2327202	87.851366	88.568634
0.15	4	88.887250	0.3107607	0.2327202	88.528616	89.245884
Total	16	88.135625	0.1163601	0.1163601	87.956308	88.314942

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

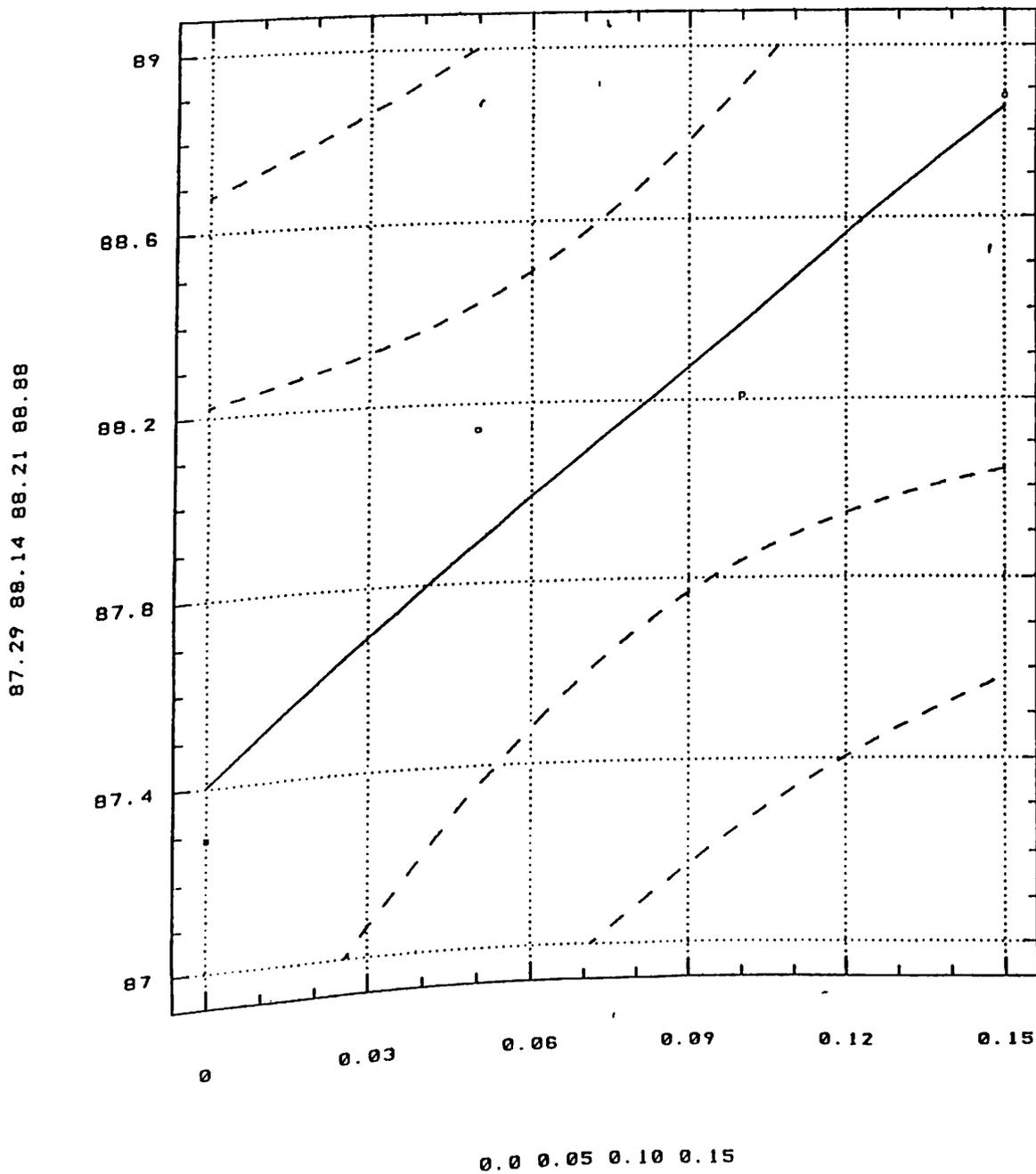
Dependent variable: 87.29 88.14 88.21 88 Independent variable: 0.00 0.05 0.10 0.1

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	87.404	0.190163	459.627	0.00000
Slope	9.68	2.03293	4.7616	0.04139

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	1.171280	1	1.171280	22.67286	0.04139
Residual	0.1033200	2	0.0516600		
Total (Corr.)	1.2746000	3			

Correlation Coefficient = 0.958613
 Std. Error of Est. = 0.227288
 R-squared = 91.89 percent

Regression of 87.29 88.14 88.21 88.88 on 0.0 0.05 0.10 0.15



B.17. Análisis de varianza y análisis de regresión de la energía metabolizable aparente por corrección de nitrógeno.

Analysis of variance					
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
Between groups	52648.644	3	17549.548	67.929	0.0000
Within groups	3100.222	12	258.352		
Total (corrected)	55748.866	15			

0 missing value(s) have been excluded.

Table of means for ANALISIS.EMAN by ANALISIS.Tratamien

Level	Count	Average	Std. Error (internal)	Std. Error (pooled s)	95 % LSD intervals for mean	
0	4	2948.0000	5.826581	8.0366639	2935.6151	2960.3849
0.05	4	3050.2700	11.063975	8.0366639	3037.8851	3062.6549
0.1	4	3077.4800	5.773062	8.0366639	3065.0951	3089.8649
0.15	4	3096.8100	8.286315	8.0366639	3084.4251	3109.1949
Total	16	3043.1400	4.018332	4.0183320	3036.9475	3049.3325

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: 2948 3050.27 3077.48 Independent variable: 0.001 0.05 0.10 0.

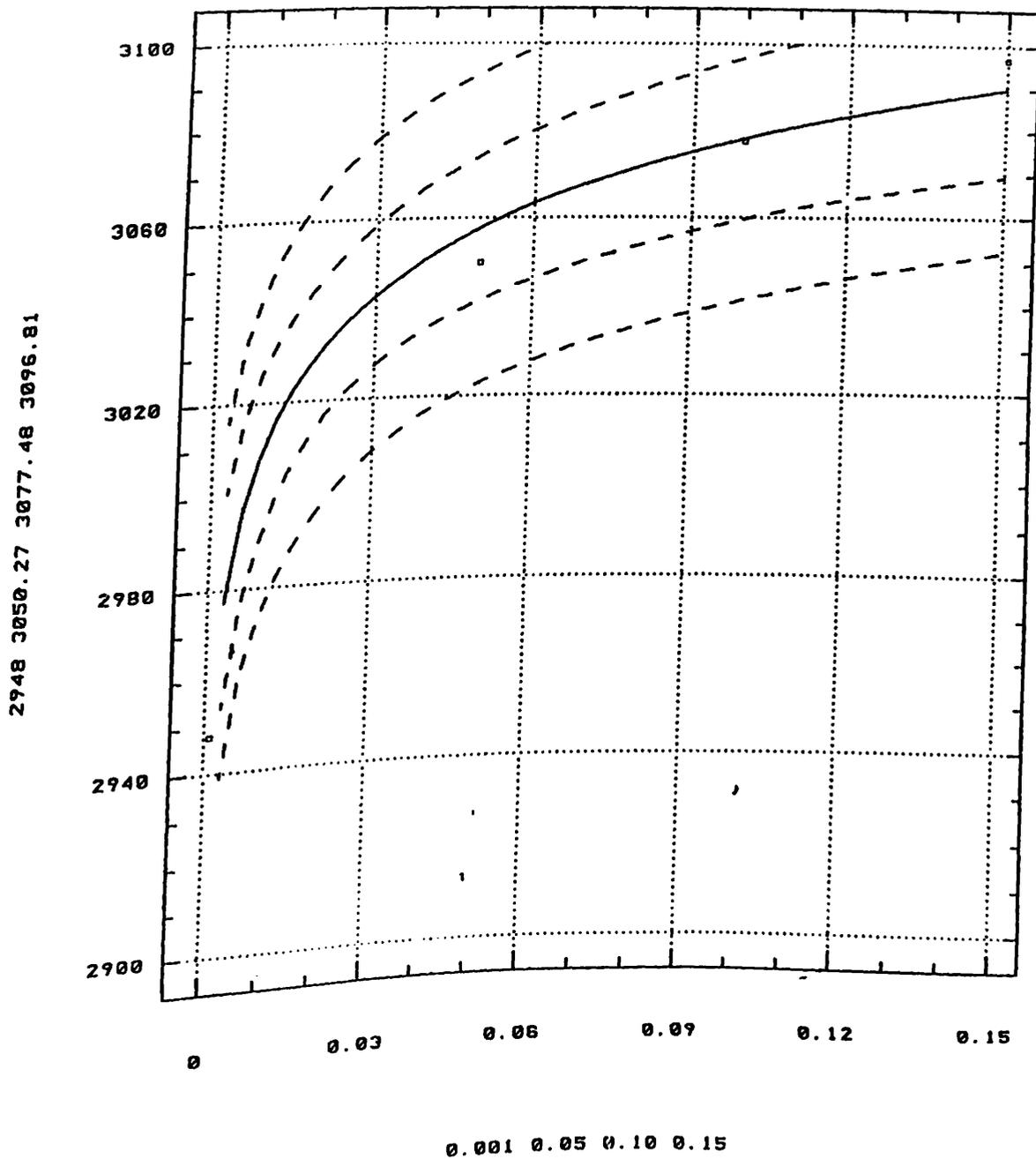
Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	8.05399	0.00243442	3308.37	0.00000
Slope	0.00950757	0.000601173	15.815	0.00397

* NOTE: The Intercept is equal to $\log a$.

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	0.00143	1	0.00143	250.1152	0.00397
Residual	0.0000115	2	0.0000057		
Total (Corr.)	0.0014458	3			

Correlation Coefficient = 0.996026
 Std. Error of Est. = 0.00239471
 R-squared = 99.21 percent

Regression of 2948 3050.27 3077.48 3096.81 on 0.001 0.05 0.10 0.15



B 18. Coeficientes de variación para las variables evaluadas.

Variable	CMe	Media general	CV
Consumo 1	6705.528	1252.83	6.53%
Aumento 1	1522.93	729.48	5.34%
Conversión 1	0.0113989	1.7205	6.20%
Consumo 2	120527.04	3840.97	9.03%
Aumento 2	21674.108	1511.75	9.73%
Conversión 2	0.0400369	2.5498	7.84%
Consumo tot.	107234.56	5093.81	6.42%
Aumento tot.	16258.42	2331.37	5.46%
Conversión tot.	0.0013792	2.18125	1.70%
Dig. de MS	0.5387354	75.8781	0.96%
Dig de FC	0.0019762	1.25562	3.54%
Dig. de PC	0.2166347	88.1356	0.52%
Dig de EMAn	258.35200	3043.14	0.52%

APENDICE C

C.19. Calendario de actividades realizadas para la elaboración del trabajo de investigación.

Año	Mes	Actividad realizada
1996	E	Planteamiento de la investigación a realizar
"	F	Revisión de Literatura
"	M	Elaboración del proyecto escrito
"	A	" " " "
"	M	" " " "
"	J	Presentación del proyecto ante la comisión de investigación y evaluación.
"	J	Revisión de literatura
"	A	" " "
"	S	Autorización de recursos.
"	O	Revisión de literatura
"	N	" " "
"	D	" " "
1997	E	" " "
"	F	" " "
"	M	Adquisición de Material de Laboratorio y equipo de trabajo
"	A	Llegada del alimento donado para la alimentación de las aves
"	M	Elaboración de raciones para los tratamientos
"	J	Limpieza y desinfección de equipo y alojamiento para las aves
"	J	Llegada de pollito de un día de edad, comienzo del experimento el día 21
"	A	Vacunación contra Newcastle, día 2 y refuerzo día 18
"	S	Día 2, termino de fase experimental
"	O	Análisis de Laboratorio
"	"	" " "
"	N	Análisis de laboratorio y comienzo de escrito de tesis
"	D	Escrito de tesis y análisis de Laboratorio
1998	E	Escrito de tesis
"	F	Revisión de escrito de tesis por parte del asesor
"	M	" " " " " " " " " "
"	A	Revisión de escrito de tesis por parte del comité de asesoría y presentación ante las oficinas de postgrado, para revisión
"	M	