

**Evaluación del suplemento proteasa (Poultry
Grow 250TM) en dietas basadas en maíz,
harina de soya y harina aviar para pollos de
engorde**

**Víctor Daniel Naranjo Haro
Olga Mabel Rivadeneyra Olalla**

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2005

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación del suplemento proteasa (Poultry Grow
250TM) en dietas basadas en maíz, harina de soya y
harina aviar para pollos de engorde**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Víctor Daniel Naranjo Haro
Olga Mabel Rivadeneyra Olalla

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

Los autores conceden a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Víctor Daniel Naranjo Haro

Olga Mabel Rivadeneyra Olalla

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

Evaluación de la proteasa (Poultry Grow 250TM) en dietas basadas en maíz, harina de soya y harina aviar para pollos de engorde

Presentado por:

Víctor Daniel Naranjo Haro
Olga Mabel Rivadeneyra Olalla

Aprobado por:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador de Área
Temática Zootecnia

Gerardo Murillo, Ing. Agr.
Asesor

Abelino Pitty Ph.D.
Director Interino Carrera
de Ciencia y Producción
Agropecuaria

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA
VDNH

A mi padre Víctor Naranjo por ser mi ejemplo a seguir.

A mi madre Diana Vargas por siempre apoyarme y motivarme a ser mejor cada día.

A mi hermana Sandra Naranjo por ser mi confidente y mejor amiga.

A mi hermana Diana Naranjo por darme todo su amor y cariño.

**DEDICATORIA
OMRO**

A mi madre por todo su amor y dedicación.

AGRADECIMIENTOS VDNH

A Dios por haberme bendecido con todas estas oportunidades.

A mis padres Víctor y Diana por creer en mí y estar a mi lado en todo momento. Gracias por todo su apoyo y cariño.

A mis hermanas Sandra y Diana por su comprensión y cariño. A mi familia en general por estar siempre pendiente de mí y por todo su apoyo.

Al Dr. Abel Gernat y al Ing. Murillo por haberme brindado su apoyo y conocimiento durante todo este proyecto.

A mi compañera de tesis, Olga Rivadeneyra, por su responsabilidad, apoyo y amistad.

A Iván Zambrano, por haberme demostrado en estos 4 años ser un verdadero amigo y confidente.

A Carlos Villavicencio, por ser mi hermano del alma y amigo de toda la vida.

A mis amigos de la costa del Ecuador y Guayaquil por haber sido mi familia en Zamorano: Marcos A., Ronald N., Nelson P., Gabriel P., Jorge F., Fernando T., Michael Z., Omar P., Rafael Q., Dolores P., Juan Carlos C., Fernando A., Víctor R.

A mis compañeros del módulo de aves

A mis amigos de Zamorano Elissa B., Lia E., Diana A., Luis T., Grace y Sarahi M., por haber sido un gran apoyo en Zamorano.

A todos aquellos que he olvidado mencionar y que han sido un gran apoyo en mi vida de Zamorano, a todos ellos GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS OMRO

A Dios por guiarme siempre

A mi padre y mi madre por su amor, por creer en mi y ayudarme cumplir mis metas.

A Paty, Gary y Martha por su apoyo y las alegrías que me han dado.

A mi abuelita por su ejemplo, amor y comprensión.

A Alí por sus consejos y apoyo.

A Mariana por los cuatros años de experiencias compartidas, por estar conmigo en los buenos momentos y por apoyarme en los malos.

A Víctor Naranjo por su amistad, compañerismo y trabajo

A mis compañeros de aves por su colaboración en este trabajo.

A mis amigos: Francisco Ch., Lenin T., Néstor P., María R., por apoyarme cuando lo he necesitado y su ayuda desinteresada.

Al Dr. Gernat y al Ing. Murillo por su asesoría, sus consejos, apoyo y amistad.

RESUMEN

Naranjo, V.; Rivadeneyra, O. 2005. Evaluación de la proteasa Poultry Grow 250™ en dietas basadas en maíz, harina de soya y harina aviar para pollos de engorde. Proyecto especial de graduación para optar al título de Ingeniero en Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 18 p.

La proteína es uno de los componentes más caros en la elaboración de dietas. El costo de este nutriente y su nivel de inclusión afectan directamente la rentabilidad de la producción de los pollos de engorde. Es por esto, que el uso de enzimas exógenas es una alternativa interesante sobre la fisiología digestiva de las aves y sobre la composición química de los ingredientes. El objetivo de esta investigación fue evaluar la adición de la proteasa Poultry Grow 250™ en dietas basadas en maíz, harina de soya y harina aviar sobre el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y peso en canal caliente. Se realizaron dos experimentos en los que se utilizaron cinco dietas. En el primer experimento la dieta testigo fue balanceada para cumplir al 100% los requerimientos nutricionales de la casa genética Hubbard®. En los tratamientos T-10% y T-10%+PG se redujo el 10% de energía, proteína y aminoácidos y se suplementó con la proteasa el tratamiento T-10% +PG. En los tratamientos T-10%E*AA y T-10% E*AA+PG se redujo el 10 % de la energía y se ajustaron los aminoácidos al nivel correspondiente de energía. El tratamiento T-10%E*AA+PG fue suplementado con la proteasa. En el segundo experimento se evaluó la misma dieta testigo y en los tratamientos T-10% y T-10%+PG se redujo el 10% de proteína cruda y aminoácidos sin alterar los niveles de energía. El tratamiento T-10%+PG se suplementó con la proteasa. En los tratamientos T+HA y T+HA+PG se incluyó un 10 % de harina aviar manteniendo constante los niveles de energía y balanceando el contenido de aminoácidos. El tratamiento T-10% + PG fue suplementado con la proteasa. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) y la separación de medias se realizó con las pruebas de diferencia mínima significativa con una probabilidad de ($P < 0.05$). La adición de la proteasa Poultry Grow 250™ no tuvo efecto sobre el consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, mortalidad ni rendimiento en canal caliente en dietas a base de maíz y harina de soya. La inclusión del 10% de harina aviar, el ajuste de aminoácidos y la suplementación de Poultry Grow 250™ en dietas a base maíz, harina de soya mejoró el peso corporal y en canal caliente de las aves.

Palabras clave: Ajuste aminoácidos, enzimas exógenas, reducción energía

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria VDNH.....	iv
Dedicatoria OMRO.....	v
Agradecimientos VDNH	vi
Agradecimientos OMRO.....	vii
Resumen.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1 Localización	3
2.2 Animales.....	3
2.3 Manejo de los animales	3
2.4 Tratamientos.....	3
2.4.1 Experimento con dietas a base de maíz y harina de soya.....	3
2.4.2 Experimento con dietas a base de maíz, harina de soya y harina aviar.....	4
2.5 Variables medidas	7
2.6 Diseño experimental.....	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
3.1 Experimento con dietas a base de maíz y harina de soya.....	8
3.1.1 Peso corporal	8
3.1.2 Consumo de alimento	8
3.1.3 Conversión alimenticia.....	9
3.1.4 Mortalidad	10
3.1.5 Peso y rendimiento en canal caliente.....	10
3.2 Experimento con dietas a base de maíz, harina de soya y harina aviar.....	11
3.2.1 Peso corporal	11
3.2.2 Consumo de alimento acumulado	12
3.2.3 Conversión alimenticia acumulada.....	12
3.2.4 Mortalidad	14
3.2.5 Peso y rendimiento en canal caliente.....	15

4.	CONCLUSIONES	16
5.	RECOMENDACIONES	17
6.	BIBLIOGRAFÍA	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Porcentaje de ingredientes en las dietas a base de maíz y harina de soya.....	5
2.	Porcentaje de ingredientes en las dietas a base de maíz, harina de soya y harina aviar.....	6
3.	Efecto de la proteasa sobre el peso corporal en pollos de engorde.....	8
4.	Efecto de la proteasa sobre el consumo de alimento acumulado en pollos de engorde.....	9
5.	Efecto de la proteasa sobre la conversión alimenticia acumulada en pollos de engorde.....	10
6.	Efecto de la proteasa sobre el porcentaje de mortalidad en pollos de engorde.....	10
7.	Efecto de la proteasa sobre el peso y rendimiento en canal caliente en pollos de engorde.....	11
8.	Efecto de la proteasa sobre el peso corporal en pollos de engorde.....	11
9.	Efecto de la proteasa sobre el consumo de alimento acumulado en pollos de engorde.....	12
10.	Efecto de la proteasa sobre la conversión alimenticia acumulada en pollos de engorde.....	13
11.	Efecto de la proteasa sobre el porcentaje de mortalidad en pollos de engorde.....	13
12.	Efecto de la proteasa sobre el peso y rendimiento en canal caliente en pollos de engorde.....	14

1. INTRODUCCIÓN

Los altos precios de los cereales utilizados en la alimentación de pollos de engorde han forzado a los nutricionistas a buscar nuevas alternativas para mejorar la eficiencia en la utilización de los ingredientes (Wyatt y Graham 1996). Así mismo, los productores pecuarios enfrentan una creciente presión de reducir la eliminación de contaminantes y eliminar el uso de antibióticos a nivel nutricional (Arrieta 2005). Es por esto, que el uso de enzimas exógenas es una alternativa interesante sobre la fisiología digestiva de las aves y sobre la composición química de los ingredientes más comunes.

Ingredientes menores, como aminoácidos sintéticos, se puede asumir que son completamente absorbidos por el tracto digestivo de las aves. Esto no ocurre con los ingredientes mayores que no pueden ser absorbidos completamente, por lo que existe la posibilidad de aumentar la digestibilidad de las dietas. Se calcula que del 20 al 25% de la proteína total de los ingredientes no se digiere (Bedford 1996).

Las proteínas son complejos de aminoácidos que forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculo, piel, plumas) y desempeñan funciones metabólicas y reguladoras como la asimilación de nutrientes y transporte de oxígeno y grasas en la sangre (Arrieta 2005). El objetivo de suministrar ciertas proteínas en la dieta es que mediante la digestión, el ave pueda obtener el nitrógeno y aminoácidos necesarios para la síntesis de nuevas proteínas que le son indispensables. La nutrición proteica representa aproximadamente el 25% del costo total de la ración.

La digestión de las proteínas comienza a nivel del proventrículo donde hay producción de ácido clorhídrico y del precursor enzimático pepsinógeno que a un pH de 2.5 se convierte en pepsina e inicia la degradación de las proteínas. Las enzimas son catalizadores biológicos que incrementan la velocidad de las reacciones químicas. Requieren de un cofactor para ser activas, son específicas de un sustrato y solo son efectivas bajo condiciones estrictas (Gauthier 2004).

En una dieta elaborada a base de maíz y harina de soya los sustratos que la enzima debe atacar son: Almidón, proteína, grasa y oligosacáridos. La digestión del almidón no es una limitante, ya que su digestión se relaciona con el rompimiento de los gránulos mediante mecanismo físicos como el humedecimiento en el buche y trituración en la molleja (Lesson y Summers 2001). El problema principal es la digestibilidad de la proteína por la amplia variación entre sus fuentes y dentro de una misma fuente. La presencia de compuestos antinutricionales (taninos, inhibidores de tripsina) y problemas en el

procesamiento (falta o exceso del mismo) se suman a la variabilidad en la digestibilidad de las proteínas (Carré 2004).

Una alternativa para fuente proteica es la harina aviar proveniente de los subproductos de plantas de procesamiento avícola que incluyen patas, sangre, plumas y grasas. Su contenido proteico puede variar entre el 46 y 67% el de grasa de 18 a 39% y la energía metabolizable desde 5220 a 3633 kcal/kg (Pontes y Castello 1995).

En estudios experimentales se ha podido observar una mejora en la conversión alimenticia en pollos de engorde que reciben una combinación de proteasas en situaciones en donde no se han modificado el perfil nutricional de la dieta o en donde intencionalmente se ha reducido los aminoácidos y proteínas.

La adición de una mezcla de enzimas (amilasas, proteasas y xilanasas) en dietas basadas en maíz y harina soya mejoró la digestibilidad de los aminoácidos y la conversión alimenticia con la posibilidad de reducir el contenido de proteína y energía en un 3% (Zanella *et al.* 1999).

La necesidad de maximizar la utilización de la proteína contenida en las dietas, ha incrementado la disponibilidad de diversos aditivos que realizan esta función. Poultry Grow 250TM es una combinación de tres proteasas derivadas de un mismo cultivo bacteriano, purificadas y con alto grado de termoestabilidad natural que complementan la acción sobre las proteínas de la dieta que ejercen las enzimas proteolíticas de las aves.

El objetivo de este estudio fue evaluar la inclusión de la proteasa en dietas basadas en maíz, harina de soya y harina aviar sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se realizó en un galpón de la unidad de aves de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Departamento de Francisco Morazán a 32 km de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras; a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación media anual de 1100 mm.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 1,920 pollos mixtos adquiridos de una planta de incubación comercial de la línea Hubbard® Hy-Yield® de un día de edad. Con un peso promedio de 42 g y provenientes de un lote de reproductoras de 56 semanas de edad.

2.3 MANEJO DE LOS ANIMALES

Los cinco tratamientos utilizados fueron distribuidos en 15 corrales experimentales de 3 × 4 m (tres corrales por tratamiento). En cada corral se manejaron 120 pollos con una densidad de 10 aves por metro cuadrado. Durante la primera semana de vida, los pollos fueron calentados con criadoras a gas en cada corral y cortinas en los costados del galpón. Se utilizó viruta como material de cama con un grosor de cuatro pulgadas, bebederos de chupón y comederos convencionales. El agua y alimento fueron proporcionados *ad libitum*, con un programa de 24 horas luz.

2.4 TRATAMIENTOS

2.4.1 Experimento con dietas a base de maíz y harina de soya

Se utilizaron cinco dietas a base de maíz y harina de soya con y sin la inclusión de la proteasa Poultry Grow 250™ (Cuadro1). La dieta testigo fue balanceada para cumplir al 100% los requerimientos recomendados por la línea. En los demás tratamientos se redujo el 10% de energía, proteína cruda y aminoácidos y se suplementó con la proteasa. Se ajustaron los aminoácidos al nivel energético como se detallan a continuación:

Tratamiento 1: T =Dieta Testigo

Tratamiento 2: T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

Tratamiento 3: T-10% +PG = T-10%+ proteasa

Tratamiento 4: T-10%E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

Tratamiento 5: T-10%E*AA +PG = T-10% E*AA+proteasa

2.4.2 Experimento con dietas a base de maíz, harina de soya y harina aviar

Se utilizaron cinco dietas con y sin la inclusión de la proteasa Poultry Grow 250TM. La dieta testigo fue balanceada para cumplir al 100% los requerimientos de la línea Hubbard[®] (Cuadro2). En los demás tratamientos se redujo el 10% de proteína cruda y aminoácidos sin alterar los niveles de energía. Se suplementó con la proteasa y se incluyó un 10 % de harina aviar, ajustando los aminoácidos al nivel energético. A continuación se detallan los tratamientos:

Tratamiento 1: T =Dieta Testigo

Tratamiento 2: T-10% =T- el 10% de proteína

Tratamiento 3: T-10% + PG =T-10% + proteasa

Tratamiento 4: T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

Tratamiento 5: T+ HA +PG =T+HA+ proteasa

Cuadro1. Porcentaje de ingredientes en las dietas a base de maíz y harina de soya

Ingredientes	Dietas														
	Inicio					Crecimiento					Engorde				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Maíz	51.95	57.03	57.03	63.31	63.31	57.84	61.44	61.44	65.42	65.42	62.98	67.00	67.00	69.34	69.34
Harina de soya	39.20	33.90	33.90	25.30	25.30	33.80	29.50	29.50	24.00	24.00	28.60	24.40	24.40	21.40	21.40
Carbonato Ca	1.66	1.68	1.68	1.69	1.69	1.64	1.65	1.65	1.66	1.66	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59
Fosfato Dicalcico	1.48	1.51	1.51	1.57	1.57	1.32	1.34	1.34	1.38	1.38	1.06	1.09	1.09	1.11	1.11
NaCl	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla vitaminas y minerales	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Oxitetraciclina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Salinomicina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Aceite Vegetal	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	5.11	0.00	0.00	0.00	0.00
DL-Metionina	0.16	0.13	0.13	0.22	0.22	0.15	0.11	0.11	0.21	0.21	0.12	0.08	0.08	0.11	0.11
L- Lisina	0.00	0.01	0.01	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00
Arena	0.00	5.18	5.18	7.18	7.18	0.00	5.40	5.40	6.70	6.70	0.00	5.10	5.10	5.89	5.89
PG 250™	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Análisis Calculado															
Proteína cruda	22	19.9	19.9	16.5	16.5	20	18	18	16	16	18.00	16.20	16.20	15.10	15.10
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3080	2772	2772	2772	2772	3125	2812	2812	2812	2812	3200	2880	2880	2880	2880
Calcio	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Fósforo disponible	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.40	0.4	0.4	0.4	0.4	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Metionina+ Cistina	0.9	0.81	0.81	0.8	0.8	0.83	0.75	0.75	0.78	0.78	0.75	0.67	0.67	0.66	0.66
Lisina	1.31	1.17	1.17	1.08	1.08	1.16	1.04	1.04	0.95	0.95	1.02	0.92	0.92	0.81	0.81
Treonina	0.94	0.84	0.84	0.69	0.69	0.85	0.77	0.77	0.67	0.67	0.76	0.68	0.68	0.63	0.63
Triptófano	0.31	0.27	0.27	0.22	0.22	0.28	0.25	0.25	0.21	0.21	0.24	0.21	0.21	0.20	0.20
Arginina	1.62	1.45	1.45	1.16	1.16	1.45	1.3	1.3	1.12	1.12	1.28	1.15	1.15	1.15	1.15

T1: T =Dieta Testigo

T2: T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

T3: T-10% +PG =T-10% + proteasa

T4: T-10% E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

T5: T-10% E*AA +PG =T-10% E*AA+ proteasa

Cuadro2. Porcentaje de ingredientes en las dietas a base de maíz, harina de soya y harina aviar

Ingredientes	Dietas														
	Inicio					Crecimiento					Engorde				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Maíz	51.95	58.81	58.81	60.62	60.62	57.84	63.51	63.51	64.27	64.27	62.98	68.34	68.34	70.45	70.45
Harina de soya	39.20	33.70	33.70	25.30	25.30	33.80	29.30	29.30	22.10	22.10	28.60	24.3	24.3	16.4	16.4
Harina aviar	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	10	10
Carbonato Ca	1.66	1.68	1.68	0.94	0.94	1.64	1.65	1.65	0.90	0.90	1.57	1.58	1.58	0.78	0.78
Fosfato Dicálcico	1.48	1.51	1.51	0.30	0.30	1.32	1.34	1.34	0.12	0.12	1.06	1.09	1.09	0	0
NaCl	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla vitaminas y minerales	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Oxitetraciclina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Salinomicina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Aceite Vegetal	4.99	3.61	3.61	0.00	0.00	4.69	3.54	3.54	0.00	0.00	5.11	4.03	4.03	0	0
DL-Metionina	0.16	0.12	0.12	0.05	0.05	0.15	0.10	0.10	0.03	0.03	0.12	0.08	0.08	0.01	0.01
L- Lisina	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.05	0.05
Arena	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20	0.00	0.00	0.00	2.02	2.02	0.00	0	0	1.75	1.75
PG 250™	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Análisis Calculado															
Proteína cruda	22	19.9	19.9	16.5	16.5	20.00	18.00	18.00	19.9	19.9	18.00	16.40	16.40	17.50	17.50
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3080	3080	3080	3080	3080	3125	3125	3125	3125	3125	3200	3200	3200	3200	3200
Calcio	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Fósforo disponible	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.34	0.34	0.34	0.37	0.37
Metionina+ Cistina	0.9	0.81	0.81	0.81	0.81	0.83	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.67	0.67	0.67	0.67
Lisina	1.31	1.17	1.17	1.08	1.08	1.16	1.04	1.04	1.04	1.04	1.02	0.92	0.92	0.92	0.92
Treonina	0.94	0.84	0.84	0.87	0.87	0.85	0.77	0.77	0.82	0.82	0.76	0.68	0.68	0.70	0.70
Triptófano	0.31	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.21	0.21	0.21	0.21
Arginina	1.62	1.45	1.45	1.50	1.50	1.45	1.30	1.30	1.30	1.30	1.28	1.15	1.15	1.20	1.20

T1: T =Dieta Testigo

T2: T-10% =T- el 10% de proteína

T3: T-10% + PG = T-10% + proteasa

T4: T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

T5: T+ HA +PG = T+HA+ proteasa

2.5 VARIABLES MEDIDAS

Se midieron las siguientes variables:

- **Peso corporal (g):** Al final de cada semana se pesaron todos los pollos de cada corral hasta los 42 días de edad.
- **Consumo de alimento (g):** La diferencia entre el alimento ofrecido al inicio y el sobrante al final de cada semana.
- **Conversión alimenticia acumulada:** Se calculó a partir de la relación del consumo de alimento acumulado y el peso corporal de cada semana.
 $ICA = \text{consumo de alimento acumulado} / \text{peso vivo}$
- **Peso en canal caliente:** Se pesaron 20 pollos por cada corral eviscerados
- **Mortalidad (%):** Se registró diariamente para obtener la mortalidad semanal y acumulada.
- **Rendimiento de canal caliente (%):** Se calculó de la relación entre el peso en canal caliente y el peso promedio de la muestra viva, al día del sacrificio

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2002). La separación de medias se realizó con las pruebas de diferencia mínima significativa (Least Significant Difference) con una probabilidad de $P < 0.05$. Los datos porcentuales de mortalidad y rendimiento en canal caliente se sometieron a corrección con la función arcoseno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EXPERIMENTO CON DIETAS A BASE DE MAÍZ Y HARINA DE SOYA

3.1.1 Peso corporal

La reducción del 10% del requerimiento nutricional y la inclusión de la proteasa no tuvo efecto sobre el peso corporal de las aves (Cuadro 3). Estos niveles de reducción fueron superiores a los recomendados por Gauthier (2005) que indican que la inclusión de la proteasa en dietas con disminuciones del 2 al 4 % de proteína tiene efecto positivo sobre esta variable.

La manipulación de los niveles energéticos de la dieta afectó la acción de la proteasa, ya que estudios realizados por Arrieta (2005) indican que los rangos de mejora en la disponibilidad de aminoácidos se dan cuando los niveles energéticos de la dieta no son modificados. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Firman (2005) quien estableció que dietas con niveles inferiores a 3000 Kcal/kg afectan negativamente el peso corporal de las aves.

Cuadro 3. Efecto de la proteasa sobre el peso corporal (g) en pollos de engorde

Tratamientos	<i>Edad en días.</i>					
	7	14	21	28	35	42
T	118	275	509	844	1415	1903
T-10%	116	282	514	882	1449	1702
T-10%+PG	115	275	520	851	1438	1844
T-10% E*AA	117	281	546	893	1457	1914
T-10% E*AA +PG	119	294	511	914	1495	1898

T =Dieta Testigo

T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

T-10% +PG =T-10% + proteasa

T-10%E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

T-10%E*AA +PG = T-10% E*AA+ proteasa

3.1.2 Consumo de alimento

Para los días 14 ($P=0.01$) y 21 ($P= 0.016$) el consumo de alimento fue menor en la dieta testigo comparada con los otros tratamientos (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Firman (2005) que indican que la reducción del nivel energético de las dietas incrementan el consumo de alimento. Para el resto de semanas no hubo diferencia significativa en esta variable. La inclusión de la proteasa en las dietas no tuvo efecto en el consumo de alimento.

Cuadro 4. Efecto de la proteasa sobre el consumo de alimento acumulado (g) en pollos de engorde

Tratamientos	<i>Edad en días.</i>					
	7	14	21	28	35	42
T	129	424 ^b	906 ^b	1664	2578	3660
T-10%	135	449 ^{ab}	960 ^{ab}	1560	2539	3515
T-10%+PG	128	451 ^{ab}	957 ^{ab}	1595	2571	3665
T-10% E*AA	136	469 ^a	999 ^a	1568	2577	3711
T-10% E*AA +PG	135	471 ^a	1014 ^a	2577	2800	3659

^{ab} Medias en la misma columna seguidos por diferente letra tienen diferencia significativa a una ($P < 0.05$).

T =Dieta Testigo

T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

T-10% +PG = T-10% + proteasa

T-10%E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

T-10%E*AA +PG = T-10% E*AA+ proteasa

3.1.3 Conversión alimenticia

No hubo diferencias significativas en esta variable. Los índices de conversión alimenticia obtenidos son superiores a los establecidos por la casa Hubbard (Hubbard 2004). Los altos valores de este índice se deben a la reducción de energía metabolizable ya que Ward (1990) encontró que dietas con bajos niveles de energía aumentan el índice de conversión alimenticia. El uso de la proteasa no tuvo efecto sobre la conversión alimenticia, lo que difiere de los resultados obtenidos por Gauthier (2005) quien determinó que la adición de esta proteasa disminuye la conversión alimenticia.

Cuadro 5. Efecto de la proteasa sobre la conversión alimenticia acumulada (g/g) en pollos de engorde

Tratamientos	<i>Edad en días.</i>					
	7	14	21	28	35	42
T	1.10	1.54	1.78	1.97	1.83	1.92
T-10%	1.16	1.59	1.87	1.76	1.75	2.06
T-10%+PG	1.11	1.64	1.85	1.88	1.79	1.98
T-10% E*AA	1.16	1.67	1.84	1.78	1.77	1.94
T-10% E*AA +PG	1.14	1.61	1.99	1.91	1.87	2.06

T =Dieta Testigo

T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

T-10% +PG =T-10% + proteasa

T-10%E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

T-10%E*AA +PG =T-10% E*AA+ proteasa

3.1.4 Mortalidad

Para el porcentaje de mortalidad acumulada no hubo diferencia significativa entre los tratamientos durante todo el ciclo de producción (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la proteasa sobre el porcentaje de mortalidad en pollos de engorde

Tratamientos	<i>Edad en días.</i>					
	7	14	21	28	35	42
T	0.28	0.83	1.67	1.67	2.78	2.78
T-10%	0.83	1.11	1.94	1.94	2.78	2.78
T-10%+PG	0.56	1.39	1.67	1.67	2.22	2.22
T-10% E*AA	0.56	0.83	0.83	0.83	1.11	1.11
T-10% E*AA +PG	0.56	1.11	1.11	1.11	1.39	1.39

T =Dieta Testigo

T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

T-10% +PG =T-10% + proteasa

T-10%E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

T-10%E*AA +PG =T-10% E*AA+ proteasa

3.1.5 Peso y rendimiento en canal caliente

No hubo diferencias significativas en el peso y rendimiento en canal caliente (Cuadro 7). La inclusión de la proteasa no tuvo efecto sobre el rendimiento caliente obteniendo pesos finales inferiores a los esperados por la casa genética Hubbard. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Anzules y Triviño (2005) quienes no encontraron diferencia en rendimientos en canal caliente al incluir la proteasa en dietas a base de maíz, soya y harina aviar.

Cuadro 7. Efecto de la proteasa sobre el peso y rendimiento en canal caliente en pollos de engorde

<i>Tratamientos</i>	<i>Peso en canal (g)</i>	<i>Rendimiento en canal (%)</i>
T	1425	69.9
T-10%	1340	69.7
T-10%+PG	1406	69.6
T-10%E*AA	1320	68.0
T-10%E*AA +PG	1363	69.4

T =Dieta Testigo

T-10% =T-el 10% de energía, proteína cruda y aminoácido.

T-10% +PG =T-10% + proteasa

T-10%E*AA =T-10% de energía y ajuste de aminoácidos

T-10%E*AA +PG =T-10% E*AA+ proteasa

3.2 EXPERIMENTO CON DIETAS A BASE DE MAÍZ, HARINA DE SOYA Y HARINA AVIAR

3.2.1 Peso corporal

La inclusión del 10% de harina aviar, el ajuste de aminoácidos y la adición de la proteasa tuvo efecto positivo sobre el peso corporal de las aves (Cuadro 6). El tratamiento T+HA+PG alcanzó los mejores pesos corporales durante todo el ciclo de producción. No hubo diferencia significativa entre los demás tratamientos.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ordoñez (2002) quien encontró que la inclusión del 10% de harina aviar no afecta el peso corporal de las aves. La adición de la proteasa en el tratamiento con harina aviar mejoró la digestibilidad de las proteínas expresado en mejores pesos corporales. En el tratamiento (T-10%)+PG a base de maíz y harina soya la adición la proteasa no tuvo efecto sobre esta variable.

Cuadro 8. Efecto de la proteasa sobre el peso corporal (g) en pollos de engorde

Tratamientos	<i>Edad en días.</i>					
	7	14	21	28	35	42
T	93 ^b	194 ^b	345 ^b	564 ^b	847 ^b	1341 ^b
T-10%	87 ^b	181 ^b	336 ^b	556 ^b	828 ^b	1335 ^b
T-10%+PG	92 ^b	200 ^b	368 ^b	634 ^b	1027 ^b	1479 ^b
T+HA	91 ^b	217 ^b	397 ^b	677 ^b	1058 ^b	1483 ^b
T+HA+PG	117 ^a	281 ^a	550 ^a	890 ^a	1339 ^a	1777 ^a

^{ab} Medias en la misma columna seguidos por diferente letra tienen diferencia significativa a una (P < 0.05).

T =Dieta Testigo

T-10% =T- el 10% de proteína

T-10% + PG =T-10% + proteasa

T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

T+ HA +PG =T+HA+ proteasa

3.2.2 Consumo de alimento acumulado

Hubo diferencias significativas ($P= 0.02$) para el consumo de alimento acumulado durante todo el ciclo de producción (Cuadro 9). A los 42 días, el tratamiento T+HA+PG presentó el mayor consumo de alimento acumulado ya que alcanzó el mayor peso corporal. No hubo diferencia entre los demás tratamientos. Estos datos difieren a los obtenidos por Ordoñez (2000) quien no encontró diferencia en el consumo de alimento acumulado en dietas a base de maíz, harina de soya y 10% de harina aviar.

Cuadro 9. Efecto de la proteasa sobre el consumo de alimento acumulado (g) en pollos de engorde

Tratamientos	<i>Edad en días.</i>					
	7	14	21	28	35	42
T	100 ^b	354 ^b	765 ^{bc}	1280 ^b	2017 ^c	3122 ^b
T-10%	90 ^b	310 ^b	690 ^c	1290 ^b	2031 ^c	3120 ^b
T-10%+PG	108 ^{ab}	359 ^b	780 ^{bc}	1341 ^b	2197 ^c	3362 ^b
T+HA	111 ^{ab}	380 ^b	834 ^b	1491 ^b	2417 ^b	3390 ^b
T+HA+PG	142 ^a	475 ^a	1013 ^a	1748 ^a	2818 ^a	3908 ^a

^{abc} Medias en la misma columna seguidos por diferente letra tienen diferencia significativa a una ($P < 0.05$).

T =Dieta Testigo

T-10% =T- el 10% de proteína

T-10% + PG = T-10% + proteasa

T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

T+ HA +PG =T+HA+ proteasa

3.2.3 Conversión alimenticia acumulada

No hubo diferencia significativa para esta variable entre los tratamientos. Los altos valores de conversión alimenticia están relacionados a los bajos pesos corporales alcanzados. Estos datos concuerdan a los obtenidos por Café *et al* (2002) quienes encontraron que la adición de proteasas y xilanasas no mejoran el índice de conversión alimenticia. Así mismo, Ordoñez (2002) no encontró diferencias en esta variable al incluir 10% de harina aviar en dietas a base de maíz y harina de soya.

Los altos valores en esta variable pueden estar relacionados a la calidad de los ingredientes utilizados en la formulación de las raciones. Según Arrieta (2005) condiciones adversas en el procesamiento de los ingredientes reducen la digestibilidad y disponibilidad de algunos aminoácidos afectando el índice de conversión alimenticia.

Cuadro 10. Efecto de la proteasa sobre la conversión alimenticia acumulada (g/g) en pollos de engorde

Tratamientos	Edad en días.					
	7	14	21	28	35	42
T	1.05	1.82	2.23	2.28	2.41	2.34
T-10%	1.05	1.73	2.07	2.33	2.46	2.35
T-10%+PG	1.18	1.81	2.13	2.13	2.15	2.28
T+HA	1.22	1.76	2.11	2.20	2.29	2.31
T+HA+PG	1.21	1.69	1.85	1.96	2.10	2.20

T =Dieta Testigo

T-10% =T- el 10% de proteína

T-10% + PG =T-10% + proteasa

T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

T+ HA +PG =T+HA+ proteasa

3.2.4 Mortalidad

No hubo diferencias significativas en la mortalidad acumulada de las aves.

Cuadro 11. Efecto de la proteasa sobre el porcentaje de mortalidad en pollos de engorde.

Tratamientos	Edad en días					
	7	14	21	28	35	42
T	1.09	2.46	3.01	3.83	4.37	4.64
T-10%	1.96	4.47	5.46	6.97	7.53	7.53
T-10%+PG	1.64	3.83	5.46	6.56	7.38	7.38
T+HA	3.05	3.60	3.87	3.87	4.14	4.14
T+HA+PG	1.09	2.19	2.19	2.73	2.73	3.01

T =Dieta Testigo

T-10% =T- el 10% de proteína

T-10% + PG =T-10% + proteasa

T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

T+ HA +PG =T+HA+ proteasa

3.2.5 Peso y rendimiento en canal caliente

El tratamiento T+HA+PG obtuvo el mayor peso en canal caliente. No hubo diferencia entre los demás tratamientos.

No hubo diferencias significativas en el rendimiento en canal caliente. Esto coincide con los datos de Firman (2005) en los cuales la adición de un cóctel de enzimas no afectó esta variable.

Cuadro 12. Efecto de la proteasa sobre el peso y rendimiento en canal caliente en pollos de engorde

Tratamientos	Peso en canal (g)	Rendimiento en canal (%)
T	1132 ^b	69.1
T-10%	1066 ^b	67.9
T-10%+PG	1105 ^b	68.0
T+HA	1121 ^b	70.1
T+HA+PG	1371 ^a	73.0

^{ab}Medias en la misma columna seguidos por diferente letra tienen diferencia significativa a una ($P < 0.05$).

T =Dieta Testigo

T-10% =T- el 10% de proteína

T-10% + PG = T-10% + proteasa

T+ HA =T+ harina aviar y ajuste de aminoácidos a niveles de energía.

T+ HA +PG = T+HA+ proteasa

4. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, la inclusión de la proteasa en dietas a base maíz y harina de soya no tuvo efecto sobre el peso corporal, consumo de alimento acumulado ni conversión alimenticia de los pollos de engorde.

La reducción del 10% de energía y proteína cruda de los niveles recomendados por la casa genética Hubbard[®] no influyeron en el desempeño productivo de pollos de engorde.

Bajo las condiciones de Zamorano, la inclusión del 10% de harina aviar, el ajuste de aminoácidos y la suplementación de la proteasa en dietas a base maíz, harina de soya mejoró el peso corporal y en canal caliente de las aves.

5. RECOMENDACIONES

Se puede disminuir el 10% de los requerimientos de energía y proteína de los niveles recomendados por la casa genética Hubbard[®] para reducir los costos de las dietas a base maíz y harina de soya sin afectar el desempeño productivo de los pollos de engorde

Estudiar mayores niveles de inclusión de harina aviar con la suplementación de la proteasa sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde.

6. BIBLIOGRAFÍA

Anzules, M.; Triviño, F. 2005. Efecto de la suplementación de Poultry Grow 250™ en dietas basadas en maíz, harina de soya y harina aviar para pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Arrieta, J. 2005. Utilidad práctica de las proteasas exógenas en la alimentación avícola. *Avicultura Profesional* 34:24-27.

Bedford, M. 1996. The effect of enzymes on digestion. *Applied Poultry Science* 5:370-378.

Carré, F. 2004. Causes for variations in digestibility of starch among feedstuffs. *World's Poultry Science Journal* 60:76-89.

Firman, J. 2005. Monogastric Basics. *Feed Internacional* 34:20-23.

Gauthier, R. 2005. Las enzimas en los alimentos para aves elaborados con maíz, sorgo y soya. Precongreso científico Avícola IASA.

Hubbard® 2004. Guía de manejo de pollo de engorda. 3239 Satellite Boulevard-Duluth Georgia 30096- U.S.A.

Lesson, S.; Summers, D. 2001. *Scott's Nutrition of the chicken*. Cuarta edición. University Books, Guelph, Ontario, Canada.

Pontes, M.; Castello, M. 1995. *Alimentación de la Aves*. Barcelona, Real Escuela de Avicultura. 506 p.

SAS (SAS Institute Inc, USA). 1994. SAS® User's guide Statistic. Version 6.04 Edition. SAS Institute INC, Cary, NC.

Ward, A. 1990. Feed conversion of broilers. *Poultry Science and technology guide*. North Carolina State University.

Wyatt, C.; Graham, H. 1996. Enzyme to the rescue. *Feed Management* 47:18-22.

Zanella, I.; Sakomura, N. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science* 78:56-58