



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“UTILIZACIÓN DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA  
TORTA DE SOYA EN LA CRIA Y ENGORDE DE POLLOS”

TESIS DE GRADO  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA

DIEGO FERNANDO VACA BONIFAZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2007

## CONTENIDO

	Página
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	12
A. LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA	12
1. <u>Reseña histórica</u>	12
2. <u>El desarrollo de la avicultura en el contexto de la globalización</u>	13
3. <u>Población y producción nacional</u>	14
4. <u>Crianza comercial empresarial</u>	15
5. <u>La crianza de broilers en el Ecuador</u>	15
B. EL POLLO PARRILLERO	16
1. <u>Características generales</u>	16
2. <u>Manejo del pollo de engorde</u>	17
C. LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	18
1. <u>Definiciones básicas</u>	18
a. Alimentos	18
b. Nutrientes	19
c. Formulación de raciones	19
2. <u>La alimentación del sector avícola</u>	21
a. Alimentación a nivel de crianza familiar	21
b. Alimentación con concentrado	21
3. <u>Alimentación para broilers</u>	21
D. LA SOJA O SOYA ( <i>Glycine max</i> )	24
1. <u>Clasificación científica</u>	24
2. <u>Origen</u>	24
3. <u>Características</u>	25
4. <u>Sistema de producción</u>	26
5. <u>Valor nutritivo de la soya</u>	28
6. <u>Usos</u>	28
7. <u>Producción de soya</u>	29
8. <u>Transformación y comercialización</u>	31
9. <u>Perspectivas de la soya en Ecuador</u>	32

a.	Escenario actual	32
b.	Escenario optimista	32
10.	<u>Soja desactivada para la alimentación de aves</u>	33
a.	Por que desactivar la soja	33
b.	Como desactivar el grano de soja	34
c.	Valor nutritivo de la torta de soya desactivada	34
11.	<u>Torta de soya por solvente</u>	35
E.	LAS ENZIMAS	36
1.	<u>Características y definición de enzimas</u>	36
2.	<u>Clasificación</u>	38
3.	<u>Propiedades de las enzimas</u>	40
4.	<u>Actividad de la enzima</u>	40
5.	<u>Factores que afectan la actividad enzimática</u>	41
6.	<u>Proteasas</u>	41
F.	SUPLEMENTACIÓN ENZIMÁTICA EN LA ALIMENTACIÓN DE BROILERS	42
1.	<u>¿Cuál es el sustrato a atacar?</u>	44
2.	<u>¿Qué actividad enzimática se requiere?</u>	45
a.	Importancia de la estabilidad de las enzimas	46
b.	Diferencias en las preparaciones enzimáticas comerciales para mezclar con los alimentos balanceados	46
c.	Análisis de las enzimas	47
d.	Beneficios de usar una proteasa	48
3.	<u>¿Por qué no respondieron los pollos a la mayor digestibilidad?</u>	48
J.	ESTUDIOS REALIZADOS EN BROILERS	50
<b>III.</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b>	54
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	54
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	54
C.	EQUIPOS Y MATERIALES	54
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	55
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	58
1.	<u>Fases de cría (1 a 28 días de edad)</u>	58
2.	<u>Fase final (28 a 49 días de edad)</u>	58
3.	<u>Fase total (1 a 49 días de edad)</u>	58
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	59

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	59
1. <u>De campo</u>	59
2. <u>Programa sanitario</u>	60
a. Bioseguridad	60
b. Vacunación	61
<b>IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	62
A. ETAPA INICIAL	62
1. <u>Pesos</u>	62
2. <u>Ganancia de peso</u>	65
3. <u>Consumo de alimento</u>	67
4. <u>Conversión alimenticia</u>	67
5. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	69
6. <u>Mortalidad</u>	70
B. FASE DE ACABADO	70
1. <u>Peso final</u>	70
2. <u>Ganancia de peso</u>	73
3. <u>Consumo de alimento</u>	74
4. <u>Conversión alimenticia</u>	76
5. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	78
6. <u>Mortalidad</u>	78
C. ETAPA TOTAL (1 – 49 DÍAS DE EDAD)	79
1. <u>Ganancia de peso</u>	79
2. <u>Consumo de Alimento</u>	82
3. <u>Conversión Alimenticia</u>	82
4. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	84
5. <u>Pesos a la canal</u>	84
6. <u>Rendimiento a la canal</u>	85
7. <u>Índice de Eficiencia Europea</u>	87
8. <u>Mortalidad</u>	87
D. ANÁLISIS ECONÓMICO	89
<b>V. <u>CONCLUSIONES</u></b>	91
<b>VI. <u>RECOMENDACIONES</u></b>	92
<b>VII. <u>LITERATURA CITADA</u></b>	93

## LISTA DE CUADROS

Nº	Página
1. MEJORAMIENTO EN EL RITMO DE CRECIMIENTO DE POLLOS DE CARNE (PARA ALCANZAR 2 KG DE PESO VIVO)	4
2. PROMEDIO SEMANAL DE PESO VIVO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA	13
3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL POLLO DE CEBA	14
4. CONSUMO DE ALIMENTO, PESO Y CONVERSIÓN DE POLLOS PARRILLEROS	15
5. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE SOYA	22
6. CONTENIDO NUTRICIONAL Y ENERGÉTICO DE LA TORTA DE SOYA	26
7. CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN LA TORTA DE SOYA (AMINOGRAMA)	27
8. ENZIMAS UTILIZADAS EN LOS ADITIVOS ALIMENTICIOS	29
9. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO	45
10. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	46
11. COMPOSICIÓN DE LA RACIÓN EXPERIMENTAL PARA LA FASE INICIAL (1 a 28 días de edad)	47
12. ANÁLISIS CALCULADO Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA FASE DE INICIAL	48
13. COMPOSICIÓN DE LA RACIÓN EXPERIMENTAL PARA LA FASE FINAL (28 a 49 días de edad)	48
14. ANÁLISIS CALCULADO Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA FASE FINAL	48
15. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)	50
16. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO (1 A 28 DIAS DE EDAD)	54

17. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LA ETAPA DE ENGORDE (28 A 49 DIAS DE EDAD)	62
18. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE (1 A 49 DIAS DE EDAD)	71
19. EVALUACION ECONOMICA DE LA EXPLOTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE (1 A 49 DIAS DE EDAD)	81

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Página
1.	Comportamiento de los pesos de pollos parrilleros a los 28 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	55
2.	Comportamiento de las ganancias de peso de pollos parrilleros a los 28 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	57
3.	Comportamiento de los consumos de alimento de pollos parrilleros a los 28 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	59
4.	Comportamiento de los pesos de pollos parrilleros a los 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	63
5.	Comportamiento de las ganancias de peso de pollos parrilleros de los 28 a 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	66
6.	Comportamiento del consumo de alimento de pollos parrilleros de los 28 a 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	68
7.	Comportamiento de la ganancia de peso total de pollos parrilleros (1 a 49 días de edad, g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	72
8.	Comportamiento del consumo total de pollos parrilleros hasta los 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	74
9.	Comportamiento del peso a la canal de pollos parrilleros a los 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	77
10.	Comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo de pollos parrilleros a los 49 días de edad, por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya	79

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales del comportamiento de pollos parrilleros por efecto de la utilización de diferentes niveles de proteasa para la asimilación de torta de soya en la etapa inicial (1 a 28 días de edad)
2. Análisis estadísticos del peso inicial (g) de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
3. Análisis estadísticos del peso a los 28 días de edad (g) de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
4. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 28 días de edad (g) de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
5. Análisis estadísticos del consumo de alimento (g) hasta los 28 días de edad de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
6. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 28 días de edad de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
7. Análisis estadísticos del costo/kg de ganancia de peso (dólares) hasta los 28 días de edad de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
8. Resultados experimentales del comportamiento de pollos parrilleros por efecto de la utilización de diferentes niveles de proteasa para la asimilación de torta de soya en la etapa final (28 a 49 días de edad)
9. Análisis estadísticos del peso (g) de pollos de engorde a los 49 días de edad por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
10. Análisis estadísticos de la ganancia de peso (g) de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
11. Análisis estadísticos del consumo de alimento (g) de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
12. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya



13. Análisis estadísticos del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
14. Resultados experimentales del comportamiento de pollos parrilleros por efecto de la utilización de diferentes niveles de proteasa para la asimilación de torta de soya en el crecimiento y engorde (1 a 49 días de edad)
15. Análisis estadísticos de la ganancia de peso total (g) de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
16. Análisis estadísticos del consumo total de alimento (g) de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
17. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia total de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
18. Análisis estadísticos del costo/kg de ganancia de peso total (dólares) de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
19. Análisis estadísticos del peso a la canal (g) de pollos de engorde a los 49 días de edad, por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
20. Análisis estadísticos del rendimiento a la canal (%) de pollos de engorde a los 49 días de edad, por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya
21. Análisis estadísticos del Índice de Eficiencia Europeo de pollos de engorde a los 49 días de edad, por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los pollos de carne, pollos de engorde o "broilers" comenzaron a criarse en forma industrial primero en los Estados Unidos y luego en Europa, hace unos sesenta años. Antes de eso, la carne de pollo se consideraba simplemente un subproducto de la industria de huevos. En el Ecuador, es una actividad joven que se encuentra en pleno desarrollo y creciendo día a día. El consumo de pollo todavía no es el ideal, comparado con el de los países vecinos (<http://www.sica.gov.ec>. 2006).

En la explotación avícola debe combinarse equilibradamente dos componentes, uno administrativo y otro técnico o de manejo. Esto asegura el éxito de las empresas. Para lograr el objetivo deseado se debe mantener buenos registros que sirvan para evaluaciones periódicas, para fortalecer las labores más rentables y desechar las económicamente negativas. El objetivo de todo avicultor es el de obtener buenos ingresos de su explotación.

Las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de los países del tercer mundo, no permiten el desarrollo de una producción animal que sea creciente y sostenible, sí se siguen los parámetros impuestos por los modelos productivos transferidos de países desarrollados. El programa de manejo implantado debe ser seleccionado cuidadosamente con los mejores criterios y técnicas modernas, para que estos animales de razas especializadas puedan manifestar todo su potencial genético en un ambiente controlado técnicamente.

Con una buena administración se puede reducir los riesgos que presentan esos factores externos; así, la explotación puede ser rentable mediante una buena planificación, organización, control y dirección de los procesos productivos.

Los modelos de nutrición importados para monogástricos (cerdos y aves), obtienen la proteína y la energía de dos grupos particulares: las tortas de oleaginosas y los granos de cereales, con dependencia de fuentes de energía y

en alto grado de competencia con recursos alimenticios de consumo humano.

Entre estos, la soya contiene proteínas y otros componentes que cuando son digeridos completamente, constituyen una fuente esencial de nutrientes, sin embargo, cuando son parcialmente digeridos, estos podría constituir problemas específicos, tales como una utilización pobre de nutrientes y de ahí la necesidad de la utilización de proteasas o enzimas para el aprovechamiento total de las proteínas de la torta de soya.

La soya constituye una de las materias primas más completa para la nutrición avícola, por su alto contenido de proteína y otros compuestos; pero el ave no tiene capacidad de desdoblar totalmente a las proteínas en su aparato digestivo disminuyendo así el aprovechamiento de estos nutrientes.

Para superar este problema se ha recurrido al uso de la proteasa, la misma que ayuda a una asimilación de los nutrientes ya que rompe los enlaces proteínicos generando péptidos, que son fácilmente asimilados por el organismo del ave, disminuyendo a la vez los costos de producción.

Las enzimas son compuestos orgánicos, de origen proteínico, que actúan como catalizadores biológicos de los procesos digestivos y metabólicos. Estos incluyen todas las reacciones de síntesis y digestión – degradación, que ocurren en el animal, convirtiendo a las enzimas en el motor que mueve la actividad de todas las células del organismo controlando así, todas las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales. Por lo anotado, en el presente trabajo se propusieron los siguientes objetivos:

- Utilizar proteasa para la asimilación de la torta de soya en la cría y engorde de pollos
- Establecer los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador Beneficio/Costo

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA**

#### **1. Reseña histórica**

En la página <http://www.minag.gob.pe> (2006), se reporta la evolución del consumo de pollo y su desarrollo a través de los años, la misma que presenta las siguientes características:

- Por la década de los 40', el consumo per cápita de pollo era inferior a 1 kg/per./año, el desarrollo de esta actividad no era exclusiva, los productores la realizaban en forma marginal y básicamente para autoconsumo. Su alimentación se basaba en residuos caseros, hierbas entre otros.
- A partir de fines de la década del 50' que se inicia una pequeña avicultura intensiva, aparecen las primeras granjas especializadas, comienza la producción de alimentos balanceados y se utilizan razas especializadas en producción de carne (Rhode Island, New Hampshire, Cornish). Es por esta época que se importan las primeras maquinas incubadoras semiautomáticas, lográndose niveles productivos equivalentes a 1.5 kg de pollo/ peso vivo a los 90 días.
- El crecimiento de la industria avícola se inicia a partir de la década de los 60' siendo su desarrollo especializado y diferenciado para cada uno de los procesos. La incubación y la granja de reproductores estaban en manos de algunos empresarios, siendo distintos los propietarios de las granjas de engorde y los de la elaboración de alimentos balanceados. A fines de esta época la edad de venta de pollo era de 70 días con un peso vivo de 1.9 kg. Incrementándose el consumo per capita a 1.8 kg de carne de pollo/año.
- En la época de los 70's se impone el periodo de veda al consumo de carnes rojas por 15 días al mes, logrando la producción de carne de aves incrementar de 58 mil TM a 130 mil TM. Llegándose a consumir 4.5 kg de carne de

- pollo/año, llegando el peso vivo a superar el 2.1 kg y reduciendo a 60 días el proceso productivo.
- Es a partir de 1980 y como resultado de mejores niveles de eficiencia productiva y de mayor capacidad adquisitiva que el consumo avícola se incrementa drásticamente (21, 27 y 12% para el período 80/82). Alcanzando un consumo per capita de 8.3 kg de carne de pollo/año.
- En 1990 los indicadores productivos logrados son comparables con los de países más tecnificados, sin embargo nuestro sistema de comercialización y distribución se mantenía muy atrasado, el 75% de los pollos eran beneficiados y vendidos en forma artesanal, fomentando el comercio informal, alta intermediación, especulación de precios, contaminación sanitaria y otros, por estos años el consumo de pollo llegaba a los 11.4 kg/año, la edad de venta alrededor de 50 días y el peso vivo 2.3 kg.
- A fines de la década de los noventa se alcanza un consumo per capita de 21.5 kg de carne de pollo/hab./año, la edad de venta baja a los 50 días y el peso vivo alcanza niveles de 2.5 kg, producto de uso de líneas genéticas de alto rendimiento así como de procesos tecnológicos y productivos mejorados.

**Cuadro 1. MEJORAMIENTO EN EL RITMO DE CRECIMIENTO DE POLLOS DE CARNE (PARA ALCANZAR 2 KG DE PESO VIVO)**

Edad del ave	Año
112 días (46 semanas)	1955
70 días (10 semanas)	1960
57 días (8.2 semanas)	1970
49 días (7 semanas)	1985
44 días (6.2 semanas)	1990
38 días (5.5 semanas)	1999

Fuente: <http://www.minag.gob.pe> (2006),

**2. El desarrollo de la avicultura en el contexto de la globalización**

<http://www.sica.gov.ec> (2006), reporta que en la actualidad, la globalización de la

economía, caracterizada por la apertura comercial, la ampliación de las inversiones e innovaciones tecnológicas promueven la competitividad de todos los sectores económicos, a fin de que los productos puedan ser ubicados en mejores condiciones de precios y calidad en el mercado mundial; en este contexto el desarrollo de la avicultura ecuatoriana durante los últimos años ha sido notoria, ha jugado un papel relevante en la generación de empleo y de riqueza, constituyéndose en un rubro importante del PIB agropecuario, a pesar de los problemas ocasionados por la crisis económica y la presencia de fenómenos naturales adversos.

Una de las estrategias de la industria avícola ha sido la de considerar a esta actividad como un complejo agroindustrial, que involucra a varias fases productivas, con enfoque de cadena, partiendo desde la producción de las materias primas agrícolas, su transformación, el abastecimiento de las industrias avícolas, la producción y comercialización de productos terminados; para lo cual sus actores han estimado pertinente realizar una alianza estratégica a través de la creación del Consejo Consultivo de la Cadena “ Maíz, Soya, Balanceados y Avicultura”.

<http://www.minag.gob.pe> (2006), señala que la importancia de la actividad avícola a diferencia de otros productos pecuarios, es su alto nivel de desarrollo tecnológico, con continuos avances y mejoras en los indicadores productivos (genética, equipos y alimentación) mostrando un crecimiento sostenido en los últimos 10 años. El sistema productivo imperante en la actualidad es intensivo, organizándose empresarialmente en grandes integraciones que congregan a empresas dedicadas desde los procesos de incubación, producción de reproductores, alimentos balanceados, empresas comerciales y abastecedoras de insumos. Las mismas que por economías de escala y aprovechando sus ventajas comparativas y competitivas han logrado posesionarse del mercado nacional y efectuando los primeros esfuerzos para la exportación.

### **3. Población y producción nacional**

El 80% de la población de aves a nivel nacional se ubicada en la costa, estando el

otro 20% distribuido entre la sierra y el oriente. Un indicador que repercute directamente en la producción de carne de pollo es el ingreso de pollos BB a las granjas, en el año 2003 se han colocado más de 300 millones de pollos. La carne de pollo representa el 50% del consumo nacional de carnes, constituyéndose en la mayor fuente de proteínas de origen animal. El consumo per capita de esta carne en los últimos 10 años ha pasado de 14 a 24 kg/hab/año en el 2003 (<http://www.minag.gob.pe>. 2006).

#### **4. Crianza comercial empresarial**

<http://www.minag.gob.pe> (2006), informa las siguientes características de la crianza comercial empresarial de pollos de engorda:

- Corto período de crecimiento del ave (47-49 días para obtener pollos de carne para su comercialización).
- Ganancia de peso diaria mayor que en otro sistema de crianza (Con una conversión alimenticia acumulada de hasta 2.1 kilos de alimento consumido por cada 1 kg. de pollo vivo producido, a partir de la 7a semana).
- Requiere el uso de alimentos balanceados y aditivos nutricionales.
- Mayor uso de mano de obra especializada (Veterinarios, Zootecnistas, Administradores, etc.)
- Requiere de costosos equipos (Campanas, comederos, bebederos, etc.) e instalaciones (como por ejemplo galpones, tanques de agua, etc.)
- Requiere de programas de prevención y control sanitario.
- Mejor rendimiento y calidad de carcasa al mercado y por lo tanto mejores precios.
- Las granjas pueden estar asociadas a grandes empresas (es decir Integradas) o ser productores individuales (No integradas).

#### **5. La crianza de broilers en el Ecuador**

En <http://www.sica.gov.ec> (2006), se indica que en el Ecuador, la producción de carne de pollo se destina principalmente al mercado local. Los primeros pasos hacia la exportación de carne y productos elaborados es una actividad que se

encuentra en plena germinación y tiene un futuro con muy buenas perspectivas. La granja es la continuación de una cadena comercial que se inicia en los planteles de reproducción que se encuentran en la provincia de Manabí, en donde se producen huevos fértiles. Una buena producción de pollitos BB depende de la buena alimentación que se proporcione a las gallinas ponedoras y un manejo eficiente en la recolección, lo que implica rapidez y frecuencia, aseo, cuidado, selección y despacho ágiles. La cadena continúa con la incubación y la selección de los pollitos.

Los galpones de crianza tienen una estructura física relativamente simple. Sin embargo, hay que tomar algunas decisiones a la hora de su construcción. El piso normalmente estará pavimentado con cemento, para facilitar su limpieza. Las columnas que soportan las paredes y el techado pueden ser de metal o madera, según el costo de estos materiales en la región y los requerimientos del clima. El techado puede ser de asbesto-cemento, zinc, madera, o de hojas de palma como en la granja de nuestro reportaje. En algunas localidades, deberá tener partes móviles, ventilas u otros recursos de aireación. Hay que pensar también en el ruido que el techado producirá, por ejemplo, durante las lluvias, lo que incidirá en el estrés de las aves. El propósito final del galpón es el de brindar las mejores condiciones para la alimentación, el aseo y el control de la temperatura de las aves, lo que redundará en su mayor productividad.

## **B. EL POLLO PARRILLERO**

### **1. Características generales**

Ray del Pino (2004), indica que los pollos de engorde (Broilers) convierten el alimento en carne muy eficientemente, índices de conversión de 1.80 a 1.90 son posibles. El pollo de engorde moderno ha sido científicamente creado para ganar peso a un tren sumamente rápido y a usar los nutrientes eficientemente. Si se cuida y maneja adecuadamente a estos pollos, ellos se desempeñarán coherente, eficiente y económicamente. Las llaves para obtener buenos índices de conversión, son la comprensión de los factores básicos que los afectan y un compromiso con la práctica de métodos básicos de crianza.



Microsoft Encarta (2004), señala que la característica esencial del pollo parrillero es la rapidez e intensidad de crecimiento, cualidades de naturaleza hereditaria derivadas de una severa selección genética, que se basa en rígidos patrones de productividad y vigor orgánico y que asume gran importancia económica al aprovechar al máximo la ración alimenticia, la misma que provee al organismo los compuestos nutritivos que necesita para cumplir su ciclo biológico.

## **2. Manejo del pollo de engorde**

<http://www.ceba.com> (2004), indica que en el manejo integral del pollo de engorde, se deben referir a los cuatro pilares fundamentales a tener en cuenta en cualquier explotación pecuaria:

- Sanidad: aves de excelente calidad es decir pollitos sanos, fuertes y vigorosos que garanticen un peso adecuado de acuerdo a los parámetros productivos para la raza, junto con prácticas sanitarias que disminuyan al máximo los riesgos de enfermedades.
- Genética: líneas genéticas respaldadas por casas matrices que desarrollan un trabajo genético sobre reproductoras. Hoy en día el mercado es muy exigente y cada compañía tendrá la línea de pollos que sea más conveniente para sus condiciones.
- Nutrición: alimento producido con excelentes materias primas y formulación, que provea al pollito los nutrientes adecuados para su desarrollo. Los sistemas de alimentación junto con los de selección genética también han venido mejorando progresivamente la eficiencia y por lo tanto la ganancia de peso. Es necesario tener presente que el pollo de engorde debe alimentarse para ganar peso en el menor tiempo posible, con una buena conversión, buena eficiencia alimenticia y alta supervivencia en este proceso, de tal manera que al relacionar estos resultados permitan una buena rentabilidad del negocio avícola.
- Manejo: excelentes prácticas de manejo, o sea hacer lo más comfortable

posible la vida del pollo durante el engorde, para que éste desarrolle todo el potencial genético que tiene. Se debe tener en cuenta que el manejo no es rígido, por el contrario, tiene normas elásticas que se aplican dependiendo de las construcciones, medio ambiente, sexo, alimento, estado sanitario, etc.

## **C. LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Para enfrentar un proceso productivo, el profesional zootecnista se apoya en la alimentación animal, que permite abordar aspectos como los factores nutricionales de los alimentos, los mismos que constituyen la base para un proceso productivo ganadero cada vez más demandante. La optimización de raciones y su utilización eficiente en los sistemas producción pecuaria, abarca un aspecto importante en la alimentación animal. Así, para lograr mezclas de alimentos de mínimo costo, se dispone de métodos de optimización como la programación lineal que nos permite minimizar el costo de la ración. Este aspecto viene relacionado con el valor alimenticio de ingredientes o alimentos usados frecuentemente o no en las raciones, los mismos que serán tomados como referencia y posterior ajuste en el cálculo de raciones, vinculado a las consideraciones básicas de las necesidades nutricionales de las diferentes especies animales.

### **1. Definiciones básicas**

#### **a. Alimentos**

Alimento es una sustancia que contribuye a asegurar en todas sus manifestaciones (producción, reproducción) la vida del animal que la consume. Para ser exacta, esta definición debe completarse con las siguientes advertencias: lo que es un alimento para un ser vivo puede no serlo para otro; encontramos efectivamente, al respecto, frecuentes ejemplos entre las diferentes especies de animales de granja; por tanto, la noción de valor alimenticio va ligada a la especie que aprovecha el alimento. Por otra parte la técnica correcta de alimentar consiste en asociar las diferentes clases de alimentos de que disponemos para integrar una ración capaz de cubrir las necesidades nutritivas de

los animales, de tal modo que el alimento integrado en el conjunto de una ración y no aisladamente es capaz de asegurar la vida. Observemos, finalmente, que el valor de un alimento depende de los restantes constituyentes de la ración, lo que pone de manifiesto la noción equilibrio alimenticio.

## **b. Nutrientes**

Un nutriente es un elemento constitutivo de las sustancias alimenticias, ya sean de procedencia vegetal o animal, que ayuda a mantener la vida. Puede ser un elemento simple como el hierro o el cobre o puede ser un compuesto químico complicado como el almidón o la proteína, compuesto de muchas unidades diferentes. Se sabe que unos 100 nutrientes diferentes tienen valor en las raciones del ganado y de las aves de corral. Muchos son necesarios individualmente para el metabolismo corporal, crecimiento y reproducción; otros o no son esenciales o pueden sustituirse por otros nutrientes. No existen dos alimentos que contengan los nutrientes en la misma proporción. Cada alimento suele contener una mayor o menor proporción de uno o varios de estos principios. Estas diferencias hacen necesario que se regule la cantidad de cada alimento, de tal manera que la total composición de sus nutrientes sea la requerida en cada caso, variable según la especie, edad, producción, etc.

Indica también, que la clasificación de los nutrientes de acuerdo a su origen se dividen en: Orgánicos (Carbohidratos, Grasas, Proteínas, Vitaminas), e Inorgánicos (Agua, Sales minerales). Según su misión principal: Energéticos (carbohidratos y lípidos), Plásticos y energéticos (proteínas), Plásticos y biorreguladores (macroelementos minerales), y Biorreguladores (microelementos minerales, vitaminas y antibióticos).

## **c. Formulación de raciones**

La alimentación representa la mayor parte de los recursos necesarios en la producción animal; por tal razón, su eficiencia, costos económicos, condicionan grandemente el éxito de los sistemas de producción animal. Contrariamente, todo error en el cálculo de raciones, toda falta de exactitud en la apreciación de las

necesidades, contribuye, con el tiempo, a limitar la productividad de los animales genéticamente más aptos para la producción.

En este contexto, la formulación de raciones debe entenderse como el ajuste de las cantidades de los ingredientes que, según se desee, conformarán la ración, para que los nutrientes que contenga por unidad de peso o como porcentaje de la materia seca correspondan a los que requiere el animal por alimentar.

Así, el cálculo de raciones balanceadas obedece a varias razones; entre estas se pueden mencionar las siguientes:

- Solo con raciones balanceadas se pueden lograr producciones acordes con el potencial genético de los animales.
- Solo con una alimentación adecuada pueden lograrse producciones económicas. Esto obedece a que la alimentación representa el mayor porcentaje de los costos totales de producción (45% o más).
- Solo con animales bien alimentados se aprovechan en su totalidad las mejoras que se hagan en lo genético y en sanidad.

Para iniciar un programa de formulación de raciones bajo diferentes situaciones, se requiere de información básica, y se tienen:

- Necesidades nutricionales del animal.
- Alimentos.
- Tipo de ración.
- Consumo esperado de alimentos.

Estos aspectos deben ser considerados para alimentar a los animales, siendo indispensable completar las raciones alimenticias diarias con las bases constructoras de las proteínas, vitaminas, etc., todo esto correctamente balanceado en concordancia y de acuerdo con las respectivas etapas de su desarrollo y producción.

## **2. La alimentación del sector avícola**

La alimentación del sector avícola se puede presentar de la siguiente manera:

### **a. Alimentación a nivel de crianza familiar**

Esta basada en la utilización de los residuos de cocina, granos y sub-productos de las cosechas (<http://www.minag.gob.pe>. 2006).

### **b. Alimentación con concentrado**

Consiste en alimentos preparados con determinados insumos que mezclados en proporciones adecuadas van a producir concentrados enriquecidos, con los niveles adecuados de nutrientes, para satisfacer los requerimientos nutritivos de las aves. Se prepara un tipo de alimento para cada etapa de desarrollo del ave; así tenemos que en pollos de carne se formulan alimentos de Inicio, Crecimiento y Acabado. El sistema de abastecimiento de alimento es Ad-Livitum, es decir sin restricciones hasta la 7<sup>a</sup> semana de edad para pollos de carne (<http://www.minag.gob.pe>. 2006).

- Los principales insumos energéticos usados en la preparación de alimentos balanceados en el sector avicultura son: maíz amarillo duro sorgo sub-producto de trigo harina integral de soya, aceite acidulado de soya aceite refinado de pescado aceite hidrogenado de pescado aceite acidulado de pescado aceite de algodón aceite refinado de soya
- Los principales insumos proteicos usados en los alimentos balanceados de las aves son: torta de soya, harina de pescado, pasta de algodón, torta de girasol, sub-producto de camal avícola

## **3. Alimentación para broilers**

lbro (1998), indica que los nutrientes que constituyen el elemento básico alimenticio, proveen al organismo los compuestos nutritivos que necesita para

cumplir su ciclo biológico, por lo que en el cuadro 2 se anotan las recomendaciones de la cantidad a suministrar a estos animales de acuerdo a la edad y en el cuadro 3, los requerimientos nutritivos de los pollos parrilleros.

**Cuadro 2. PROMEDIO SEMANAL DE PESO VIVO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Edad, semana	Peso, g		Peso Prom. g	Gan.Peso/ Semana, g	Sexo Combinados		Conversión Alimenticia
	Macho	Hembra			Consumo alimento (g) Semana	Acumulado	
1	115	105	110	-	95	95	-
2	305	275	290	180	290	385	-
3	600	540	570	280	480	865	-
4	960	840	900	330	625	1490	1.89
5	1355	1165	1260	360	760	2230	1.77
6	1755	1485	1620	360	830	3060	1.89
7	2165	1795	1980	360	940	4000	2.02
8	2590	2110	2350	370	1050	5050	2.15
9	3020	2420	2720	370	1150	62000	2.20

Fuente: Ibro (1998)

Según Agrodisa (2001), los pollos son muy sensibles a cambios bruscos en la dieta. Cuando sea necesario hacer cambios debe hacerse gradualmente, mezclando pequeñas cantidades del "nuevo" alimento con porciones grandes del alimento "viejo" y así gradualmente, cada día, vaya aumentando la porción del alimento nuevo y disminuyendo la del viejo. El alimento debe almacenarse en silos o almacenes herméticamente cerrados para impedir que lo contaminen insectos y otras plagas.

La conversión o la cantidad de alimento por pollo producido, incide muy fuerte en el resultado económico del pollo. En general 60 - 75% del precio costo/kg del pollo vivo, es del alimento.

De acuerdo a Nutril (2004), el consumo de alimento depende de la edad del animal, como se reporta en el cuadro 4.

**Cuadro 3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL POLLO DE CEBA**

Elemento nutricional		Iniciador de 1-28 días	Terminador 29 a 56 días
Proteína bruta (min)	%	23	21
EN. (min)	Cal/Kg	3100	3200
Fibra max	%	3.5	3.5
Grasa (min)	%	4.0	4.0
<b>MINERALES</b>			
Calcio	%	1.0-1.1	0.9-1
Fósforo asimilable	%	0.55	0.50
Sal (añadida )	%	0.25	0.25
<b>AMINOÁCIDOS</b>			
Metionina	%	0.48	0.44
Metionina + cistina	%	0.87	0.82
Lisina	%	1.25	1.15
Triptofano	%	0.20	0.20
<b>VITAMINAS (añadidas)</b>			
Vit. A	U.I	10.000	10.000
Vit D3	U.I	2.000	2.000
Vit. B1	mg	0.5	0.50
Vit. B2	mg	5.0	5.0
Vit. B6	mg	2.0	2.0
Biotina	mg	0.05	0.05
Acido pantotenico (B3)	mg	7.0	7.0
Noacina	mg	30	30
Vit. E	mg	15	15
Vit. K3	mg	3.0	3.0
Vit B 12	mg	0.015	0.015
Acido Fólico	mg	1.0	1.0
<b>MICROELEMENTOS (ppm)</b>			
Mn		70	70
Zn		50	50
Cu		6	6
Fe		25	25
I		0.30	0.30
Se		0.10	0.10

Fuente: Ibro (1998)

**Cuadro 4. CONSUMO DE ALIMENTO, PESO Y CONVERSIÓN DE POLLOS PARRILLEROS**

Edad Semanas	Consumo de Alimento (Kg.)		Peso Corporal (Kg)	Conversión Promedio
	Semanal	Acumulado		
1	0.15 - 0,16	0.15 - 0.16	0.160 – 0.170	0.95 - 0.97
2	0.33	0.48 - 0.49	0.402 – 0.417	1.18 - 1.20
3	0.52	1.00 - 1.01	0.725 – 0.745	1.35 - 1.38
4	0.72 - 0,74	1.72 - 1.75	1.117 – 1.157	1.51 - 1.54
5	0.96 - 0,98	2.68 - 2.73	1.579 – 1.634	1.67 - 1.70
6	1.14 - 1.16	3.82 - 3.89	2.068 – 2.140	1.82 - 1.85
7	1.27 - 1.31	5.09 - 5.20	2.546 – 2.639	1.97 - 2.00
8	1.51 – 1.56	6.60 - 6.76	3.027 – 3.142	2.15 - 2.18

Fuente: Nutril, 2004.

## **D. LA SOJA O SOYA (*Glycine max*)**

### **1. Clasificación científica**

<http://es.wikipedia.org> (2006), señala que la soya (*Glycine max*), pertenece a la siguiente escala taxonómica:

Reino: Plantae  
 Filo: Magnoliophyta  
 Clase: Magnoliopsida  
 Orden: Fabales  
 Familia: Fabaceae  
 Subfamilia: Faboideae  
 Género: Glycine

### **2. Origen**

Esta planta, es originaria de China, no obstante, se comercializa en todo el mundo, debido a sus múltiples usos (<http://es.wikipedia.org>. 2006).



En <http://www.agronegocios.gob.sv> (2006), se reporta que la soya se originó en Asia hace aproximadamente 5,000 años y ha jugado, desde entonces, un papel crucial en la alimentación de los pueblos orientales, como el Chino y el Japonés. La utilización de la soya como alimento humano está ligada al pueblo chino desde sus orígenes, ya que ha constituido su principal fuente de proteína; durante miles de años, su cultivo estuvo restringido a la zona en que se asentaba este pueblo. En el siglo XVII la soya llega a India, Ceilán (hoy Sri Lanka) y Malasia. Alrededor de 1740 se incorpora a la colección del Jardín Botánico de París, mientras que en Estados Unidos no aparece hasta 1804. En Sudamérica se implanta entre finales de siglo XIX y principios del XX. Su cultivo empezó a adquirir relevancia mundial en el decenio de 1950, cuando se verificó un aumento de la demanda de aceites vegetales. Pasó a ocupar un lugar destacado en el proceso de producción agrícola de los países meridionales de Sudamérica, debido a la estabilidad del comercio internacional y a la posibilidad de ofertar el producto a los países consumidores cuando Estados Unidos se encuentra en el periodo de cultivo previo a la recolección, momento en el que la cotización del producto es alta.

### **3. Características**

La soja o soya (*Glycine max*) es una planta de la familia de las leguminosas fabáceas, cultivada por sus semillas, legumbres de alto valor proteico (cercano al 35%) utilizadas en alimentación y para la producción de aceite (<http://es.wikipedia.org>. 2006).

En <http://www.agronegocios.gob.sv> (2006), se indica que es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm. La semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm de longitud, cada una de las cuales contiene de 2 a 3 granos. La soya se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. La soya se adapta a una gran variedad de latitudes que van desde 0 a 38 grados, y los mayores rendimientos en la cosecha se obtienen a menos de 1000 metros de altura. La semilla varía en forma desde esférica hasta ligeramente ovalada, y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café. La soya es considerada en la agricultura del mundo moderno como uno de los cultivos más rentables, debido a la importancia

estratégica que tiene para los esquemas tecnológicos de producción de alimentos concentrados para la alimentación de aves y cerdos, dado su alto contenido proteico (alrededor de 40%). Además, posee en el grano hasta 20% de aceite de excelente calidad para el consumo humano. Es también el único cultivo en la agricultura totalmente mecanizado que ofrece una alternativa viable para una producción racional y sostenida en el tiempo, basada en la rotación de cultivos, garantizando al productor un alto nivel de rentabilidad y la conservación y mejoramiento de un recurso natural renovable como lo es el suelo. La planta es muy sensible a la luz, y la radiación solar controla la transformación del período vegetativo al de la floración; también, afecta la velocidad de crecimiento durante la etapa de maduración. La soya se puede cosechar en diferentes ciclos agrícolas y puede formar parte de un proceso de rotación de cultivos, ya que promueve la fijación de nitrógeno, a través del desarrollo de nódulos que fertilizan la tierra. La planta se cosecha aproximadamente a los 120 días después de la siembra

También, reporta que la soya es una leguminosa anual, rica en proteína y aceite, producto del que constituye la principal fuente a escala mundial. Ocupa una superficie de cultivo de alrededor de 63 millones de hectáreas, que producen cerca de 137 millones de toneladas. En muchos países, especialmente los occidentales, con tradición culinaria basada en las proteínas animales, todavía está en vías de imponerse en la cocina cotidiana el uso de la soja y el consumo del fríjol y sus derivados.

#### **4. Sistema de producción**

La siembra es la base del establecimiento y del proceso de producción. Entre los factores que determinan el éxito están las épocas de siembra las condiciones del suelo (estructura, humedad, oxígeno), el arreglo y manejo de la sembradora (distancia, profundidad, velocidad) y la calidad de la semilla (<http://www.infoagro.gov.bo>. 2006):

- La siembra debe realizarse de preferencia después de una lluvia sustancial para aprovechar la humedad del suelo. La distancia entre plantas, tanto entre y dentro surcos, es uno de los factores más importantes para la obtención de

altos rendimientos de grano. A medida que se aumenta el espaciamiento entre plantas, se disminuye la altura de la planta y de la inserción de la primera vaina, se reduce el grado de acame y se aumenta el número de ramas y vainas por planta, el rendimiento por planta y el peso medio de las semillas. Para el máximo potencial de producción de las plantas en nuestro medio, los espaciamientos de siembra varían de acuerdo a la zona, variedad y época de siembra, por lo general se recomienda una población media entre 300000 y 600000 plantas/ha.

- El período más perjudicial de competencia con el cultivo de soya es entre 15 a 35 días después de la siembra. Cuando se realiza el control de malezas después de este tiempo, no se logra reducir las pérdidas en rendimiento. Las malezas son fuerte competidoras con la soya por luz, agua, y nutrientes. También sirven de hospederos para insectos y enfermedades, dificultan la cosecha y disminuyen la calidad del grano. Se pueden utilizar las siguientes formas de control de malezas:
- Control cultural, que consiste en la preparación oportuna y eficiente de suelos, sembrar con las densidades recomendadas, rotar la soya con maíz, trigo, sorgo y arroz.
- Control mecánico, que consiste en la eliminación de malezas utilizando diferentes implementos agrícolas, como ser: palas, cultivador de escardillos o cultivador de flejes.
- Control químico, consiste en la aplicación de herbicidas. Este método es bastante eficaz y complementario a los anotados anteriormente.
- La cosecha de la soya debe realizarse en el momento oportuno y con mucho cuidado. El grano de soya es muy susceptible a daños mecánicos ocasionados por la cosechadora, que pueden perjudicar su posterior conservación, disminuir su valor como semilla y reducir su calidad industrial. El período de cosecha no es muy amplio, lo que obliga a una constante atención del productor. La condición de cosecha se manifiesta cuando las hojas amarillean y caen, los

tallos se vuelven quebradizos y las vainas se abren con facilidad cuando se las presiona con los dedos. Generalmente esta tarea se inicia cuando el cultivo ha perdido el 95% de sus hojas, las vainas han adquirido un color café marrón y el grano está entre 15 y 18% de humedad.

## **5. Valor nutritivo de la soya**

Los componentes principales del grano de soya son la proteína y el aceite. Los cultivares mejorados contienen un promedio de 38 a 42% de proteína y 18 a 22% de aceite, considerando el peso seco de la semilla. La proteína de soya se caracteriza por un equilibrio entre los aminoácidos, con bajas concentraciones de los aminoácidos azufrado, metionina, cistina y elevadas concentraciones de lisina y triptófano (<http://www.infoagro.gov.bo>. 2006).

## **6. Usos**

Es usada para una infinidad de productos que pueden reemplazar a otros de origen animal. Es utilizada también como alimento para animales, en forma de harina de soja, área en la que compite internacionalmente con la harina de pescado. Aunque con un notable diferencial inferior en su precio, la cotización internacional de la soja es paralela a la de la harina de pescado. Cuando escasea la soja, sube automáticamente el precio de la harina de pescado y viceversa. Su uso en la alimentación humana es sumamente importante. El alto valor proteico de la legumbre lo hace un excelente sustituto de la carne en las naciones pobres. De la soja se producen subproductos como la leche de soja y la carne de soja. Es uno de los principales alimentos en países orientales como China y Japón donde se obtienen distintos derivados como el aceite, la Salsa de soja, los brotes de soja, el Tōfu, Nattō o Miso (<http://es.wikipedia.org>. 2006).

Indica además, que en investigaciones de fuentes independientes, desaconseja su uso como sustituto de alimentos de origen animal (lácteos, carnes) en embarazadas, adolescentes y niños menores de 5 años y que algunos investigadores sostienen que la elevada proporción de fitoestrógenos en la soja puede acarrear problemas hormonales cuando se la usa en la alimentación

humana, en particular en niños. Este efecto se produciría únicamente cuando la Soja no es parte de una dieta equilibrada.

<http://www.infoagro.gov.bo> (2006), reporta que el grano de soja es utilizado principalmente en la producción de aceite refinado para la exportación y consumo nacional, como subproducto de la producción de aceites, la torta de soja resultante es destinada para la producción de harinas para consumo animal, principalmente para el sector avícola. Algunos países utilizan el grano de soja en una gran cantidad de industrias de alimentos como ingrediente en: embutidos, chocolates y repostería. Actualmente se han identificado más de 100 diferentes recetas que utilizan Soja para la confección de platos típicos de la cocina boliviana, los cuales no han sido difundidos de manera masiva. En Europa y Asia se producen harinas integrales de soja para la panificación y producción de leche de soja. También se producen sémolas desgrasadas para la elaboración de carne de soja y para la panificación.

Tapia, J, (2005), señala que la soja, ha sido un importante cultivo de campo en los E.E.U.U. desde la década de los 40s, debido a su valor como cultivo para alimento de animales, por sus usos para la industria y como comestible. Para los productores de ganado y pollos en el mundo entero, la torta de soja es la mejor fuente de proteína constituyéndose en casi 87% de todas las tortas oleaginosas usadas en la industria de alimentos animales. El aceite de soja domina el mercado de aceites comestibles, con usos en ensaladas y como aceite de cocina para hornear y freír, para margarina y mayonesa. En la industria, el aceite de soja se emplea en pinturas, coberturas, cosméticos y tintas para imprenta, para mencionar solo unos pocos usos.

## **7. Producción de soja**

El rendimiento promedio de la región sudamericana fluctúa entre 1,9 a 2,5 tm/ha, sin riego ni fertilizantes, que de acuerdo a la FAO son más altos que los obtenidos en Brasil con 1,65 Tm/ha país que es el segundo productor de soja en el mundo, después de EEUU (Tapia, J, 2005).

La expansión del cultivo de soya, obedece a 5 factores fundamentales como son:

- Dotación de tierras vírgenes baratas
- Existencia de un mercado amplio y protegido en los países andinos
- Apoyo crediticio del sector público y privado
- Expansión de infraestructura industrial de procesamiento
- Empuje e iniciativa de empresarios nacionales y extranjeros

Estados Unidos se ha convertido en el principal productor de soya, con unos 65 millones de toneladas anuales, lo que representa el 50% del total mundial. En América Central y del Sur, los países que más cultivan son Brasil y Argentina, con una producción de 23 y 13 millones de toneladas, respectivamente. China dedica a la soya una superficie de nueve millones de ha, con una producción que se sitúa en torno a los trece millones de toneladas. En Europa el cultivo tiene poca relevancia, debido a la escasez de precipitaciones en el sur y a las bajas temperaturas en el norte. Sin embargo, en este continente existe un consumo elevado de torta de soya, destinada a la fabricación de piensos compuestos (<http://www.infoagro.gov.bo>. 2006).

El comercio global de soya ha aumentado considerablemente. Las importaciones contribuyeron la mayor parte de este aumento, incrementando el comercio en soya en casi 57 millones de toneladas. Estos aumentos son el resultado de la mayor oferta proveniente de los Estados Unidos y Brasil, además de la mayor demanda de la República Popular de China. Las cifras de importación de soya aumentó ya que la demanda creció debido a la prohibición de la harina de carne y hueso, causada por los casos reportados en Europa y Argentina, de encefalopatía espongiforme bovina (“vacas locas”) y fiebre aftosa (<http://www.agronegocios.gob.sv>. 2006).

Según <http://es.wikipedia.org> (2006), los principales países productores de soya en el 2005, se reportan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE SOYA**

País	Producción (millones de toneladas)
Estados Unidos	82,8
Brasil	50,2
Argentina	38,3
China	16,9
India	6,0
Paraguay	3,5
Canadá	3,0
Bolivia	1,7
Total mundial	209,5

Fuente: <http://es.wikipedia.org> (2006).

## **8. Transformación y comercialización**

En la actualidad la soya tiene tres mercados importantes: grano, aceites y torta. La torta de soya se utiliza principalmente como suplemento proteico incorporada a los alimentos para animales, especialmente aves. El aceite de soya es comestible y se lo usa en diversas formas en la alimentación humana, principalmente para cocinar, en ensaladas, como grasa para repostería y como óleo margarina. El aceite de soya también se utiliza cada vez en mayor medida como componente de ciertas pinturas, barnices y productos resinosos (Proyecto Rhizobiología Bolivia, 1996).

El mercado local para productos de soya es relativamente pequeño, pero está creciendo por el aumento de la demanda para alimentos balanceados (mayormente para la industria avícola). La industria aceitera se esta expandiendo aceleradamente en los mercados de la región primero a través de ventas a prueba, luego por la identificación de distribuidores en los mercados meta, el establecimiento de infraestructura de comercialización y finalmente con la instalación de facilidades de almacenaje y producción en los mercados meta (Tapia, J, 2005).

Los mercados más importantes para la industria de soya son los de la Comunidad Andina, Chile y Brasil. Los principales productos de soya exportados a estos

mercados son: harina de soya (64%), grano no procesado (26%) y aceite procesado (10%). La industria oleaginosa tiene una escasa integración vertical con el sector agrícola proveedor de la materia prima, fundamentalmente de la soya.

## **9. Perspectivas de la soya en Ecuador**

Las perspectivas de la producción de soya en Ecuador se analizan en dos posibles escenarios:

### **a. Escenario actual**

- Altas tasas de interés
- Mercado interno monopolístico
- Precios domésticos muy por debajo de los costos de importación
- Fuerte competencia con las importaciones en especial Bolivia
- Presencia de la franja de precios
- Bajos rendimientos y altos costos unitarios
- Problemas fitosanitarios como mosca blanca

Bajo estas condiciones, sólo quedarán en el mercado los agricultores más eficientes, de mayor capacidad económica y con vínculos con las industrias, o integrados verticalmente a la producción avícola. La superficie de soya oscilará entre 10.000 a 20.000 hectáreas y la producción no sobrepasará las 38.000 TM de grano en el mejor de los casos, para una producción en términos de torta de 24.000 TM, menos de dos meses de consumo industrial, el resto se tendrá que importar. Al largo plazo, de mantenerse estas condiciones, la soya desaparecería (<http://www.sica.gov.ec>. 2006).

### **b. Escenario optimista**

- Tasas de interés acordes a la inflación
- Acuerdos de comercialización internos para regular importaciones y precios
- Precios domésticos acordes a los costos de importación reales



- Fuerte competencia con Bolivia
- Presencia de la franja de precios
- Incrementos en al menos un 10% en rendimientos y disminución de costos
- Manejo y control del problema de la mosca blanca

En este escenario optimista en que a la condición macro de tener unas tasas de interés más razonable se le agrega un acuerdo de competitividad entre productores e industriales, que empiece por acuerdos en cuanto a la comercialización y precios, sin llegar a los denominados cupos y precios oficiales, es posible que al cabo de 5 a 10 años, el hectareaje de soya se recupere gradualmente a 40.000 o 60.000 ha, para una producción de 115.000 TM en grano, equivalentes a 75.000 TM de torta, que cubrirían la demanda de 4 a 5 meses. En el primer escenario sería poco útil realizar desarrollos investigativos en soya, porque el cultivo tendería a desaparecer; en el segundo escenario se abrirían incluso nuevos ámbitos de investigación, porque además de la parte agronómica se podría investigar en los usos alimenticios de la soya, como leche, harina, carne, con lo cual se diversificaría e incrementaría la demanda interna. La alternativa al parecer es avanzar hacia un Acuerdo de Competitividad entre productores e industriales, que contenga un convenio de absorción de cosechas a precios acordes a los costos de importación, con el apoyo estatal y privado en investigación y transferencia de tecnología, que al mediano y largo plazo es una protección más efectiva y eficiente que los mismos aranceles o la franja de precios (<http://www.sica.gov.ec>. 2006).

## **10. Soja desactivada para la alimentación de aves**

El grano de soya por su excelente aporte proteico puede utilizarse como un componente muy importante en la formulación de alimentos balanceados tanto para aves doble propósito, pollos camperos y porcinos. El grano de soya debe ser desactivado antes de ser utilizado en las formulaciones (Sklan, D. 2002).

### **a. Por que desactivar la soja**

El grano de soya contiene una sustancia anti-nutritiva que bloquea la acción de la

tripsina, enzima esta que participa en la digestión de las proteínas del aparato digestivo, es por eso que debe ser desactivada por medio del calor, ya sea en forma de vapor o tostada, para que pueda ser utilizada con eficiencia en las raciones de los animales (Sklan, D. 2002).

#### **b. Como desactivar el grano de soja**

El desactivado de la soja puede realizarse por métodos caseros como el de hervir los granos y luego secarlos, o tostarlos, antes de proporcionarlos a los animales .En la desactivación por tostado podemos utilizar un tambor que gira sobre un eje descentrado expuesto a la llama por no más de 15 minutos, para evitar el quemado o sobrecalentamiento del grano. En forma industrial, la desactivación de la soja se produce cuando se le quita el aceite. También se utilizan máquinas especiales llamadas desactivadoras que trabajan con vapor a presión en un determinado tiempo y luego se finaliza la tarea con una secadora. Otra alternativa es la del extrusado, en el cual el grano de soja es pasado por un tornillo de alta presión y una temperatura de 134 grados centígrados aproximadamente, lográndose un producto desactivado y de alta calidad digestiva. Mediante el extrusado se obtiene un mayor aprovechamiento de la grasa contenida en los granos, ya que los glóbulos grasos son rotos y permiten un mejor aprovechamiento de su energía en el aparato digestivo (Sklan, D. 2002).

#### **c. Valor nutritivo de la torta de soya desactivada**

(Sklan, D. 2002), manifiesta que la torta de soja, cualquiera sea el método utilizado para su obtención, tiene un tenor de proteína que va desde el 44% al 46%. Esta proteína es rica en aminoácidos y la más alta en Lisina dentro de las proteínas vegetales. La soja integral o desactivada tiene menos cantidad de proteína, 38%, pero aporta mayor cantidad de energía metabolizable 3600 Kca/kg. La torta de soja aporta entre 2250 y 2300 Kca/kg. La soja desactivada obtenida mediante el extrusado ofrece una mejor calidad debido a que mejoran la digestibilidad de las proteínas, tornando a los aminoácidos más digestibles con relación a los procesos comunes de desactivación. En el caso del pollo campero podemos proporcionar a partir de los 25 días de crianza un 30% de soja

desactivada (alimento proteico) y un 70 % de maíz (alimento energético) complementando con alfalfa para el aporte de vitaminas y minerales.

### **11. Torta de soya por solvente**

De acuerdo a <http://www.fino.com.bo> (2004), la torta de soya es un subproducto resultante del proceso de extracción del aceite de los granos de soya por solvente.

- De alto valor proteico (la mayor fuente de proteína vegetal) y extraordinario balance aminoacídico, sobresaliente sobre todo en Lisina.
- Elevado valor nutricional y energético.
- Es la fuente de proteínas más económica y de alta calidad.
- Utilizada en la formulación de alimentos balanceados para todo tipo de animales monogástricos y rumiantes.
- El aseguramiento de la calidad, está garantizado por el proceso totalmente automatizado y un adecuado sistema de gestión de calidad.

### **Cuadro 6. CONTENIDO NUTRICIONAL Y ENERGÉTICO DE LA TORTA DE SOYA**

Nutriente	Límite	Contenido
Humedad	máx	12,00 %
Proteína total	mín.	47 %
Grasa	máx.	2,50 %
Fibra total	máx.	5,00 %
Cenizas	máx.	6,50 %
Solubilidad proteica	mín.	79 %
Granulometría (m-10)	mín.	10,00 %
Calcio	mín.	0,30 %
Fósforo total	mín.	0,70 %
Fósforo disponible	mín.	0,10 %
Energía metab. Aves	mín.	2450,00 kcal/kg
Energía metab. Cerdos	mín.	3150,00 kcal/kg
Aflatoxinas máx.	máx.	0,50 ppb

Fuente: <http://www.fino.com.bo> 2004

**Cuadro 7. CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN LA TORTA DE SOYA (AMINOGRAMA)**

Aminoácido	Cantidad
Lisina	3,05 %
Metionina	0,78 %
Cistina	0,90 %
Tritófano	0,64 %
Treonina	1,91 %
Glisina	2,06 %
Leucina	3,77 %
Isoleucina	2,19 %
Valina	2,31 %
Histina	1,31 %
Arginina	3,61 %
Fenilalanina	2,46 %
Tirosina	1,76 %
Serina	2,44 %
Ácido Glutámico	9,18 %
Prolina	2,41 %
Lantionina	0,00 %
Alanina	2,11 %
Taurina	0,01 %
Hidroxiprolina	0,08 %
Ácido aspártico	5,78 %
Hidroxilisima	0,01 %
Ornitina	0,04 %

Fuente: <http://www.fino.com.bo> (2004)

## **E. LAS ENZIMAS**

### **1. Características y definición de enzimas**

Ávila, G (2002), señala que las enzimas son compuestos orgánicos, de origen proteínico, que actúan como catalizadores biológicos de los procesos digestivos y

metabólicos. Estos incluyen todas las reacciones de síntesis y digestión – degradación, que ocurren en el animal, convirtiendo a las enzimas en el motor que mueve la actividad de todas las células del organismo controlando así, todas las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales. Las enzimas se caracterizan por su marcada especificidad debido a que existe una forma de enzima particular para cada tipo de sustrato. Esto ayuda para ejercer efectos específicos sobre la digestibilidad de algún nutriente en particular (proteasas, peptidasas, carbohidrasas y lipasas), sin afectar al reto. Logrando una digestión eficaz y completa, mejorando substancialmente la absorción de nutrientes.

<http://es.wikipedia.org> (2006), reporta que una enzima es una biomolécula capaz de catalizar (aumentar la rapidez) una reacción química. Su nombre proviene del griego énsymo (dentro de la levadura). Las enzimas son proteínas, algunos fragmentos de ARN también tienen capacidad de catalizar reacciones relacionadas con la replicación y maduración de los ácidos nucleicos, dichos fragmentos se denominan ribozimas. Las enzimas son esenciales para la vida ya que, de otra forma, las reacciones en las células se darían con poca rapidez. Una mal función en una enzima, provocada por una sobreproducción o subproducción, mutación, delección, etc., puede provocar enfermedades.

Morán, E (1998), indica que se puede definir una enzima como una molécula de proteína y cada una tiene una función específica en el cuerpo. Entre las funciones de las enzimas están la digestión de los alimentos, eliminación de toxinas, asisten en el almacenamiento de azúcar en el hígado y los músculos y convierten la grasa en tejidos grasos, también ayudan en la eliminación del bióxido de carbono por los pulmones. Existen tres clases de enzimas principales:

1. Las metabólicas son las que el cuerpo produce y que funcionan en los órganos, los tejidos y la sangre
2. Enzimas que contienen los alimentos vivos
3. Enzimas digestivas

Por su parte en <http://www.solomujeres.com> (2006), se indica que “Sin enzimas,

los alimentos no se metabolizan eficientemente, no hay nutrientes y las células están muertas de hambre".

Morán, E (1998), menciona que las enzimas se utilizan ampliamente en los alimentos avícolas, tradicionalmente cuando contienen cereales que causan problemas de viscosidad intestinal. La gran mayoría de los pollos y ponedoras en todo el mundo recibe dietas elaboradas básicamente con maíz, sorgo y pasta de soya. El uso de las enzimas en este tipo de formulaciones se ha extrapolado del empleo tradicional de las enzimas "fibrolíticas" que trabajan sobre los polisacáridos no amiláceos, aun cuando el sustrato principal sea diferente con las dietas formuladas a base de maíz, sorgo y soya. Las enzimas son catalizadores biológicos que incrementan la velocidad de las reacciones químicas sin sufrir ellas mismas cambios importantes. Requieren un cofactor para ser activas, con frecuencia un metal o una molécula orgánica. Son específicas de un sustrato y sólo son efectivas bajo condiciones estrictas.

**Cuadro 8. ENZIMAS UTILIZADAS EN LOS ADITIVOS ALIMENTICIOS**

Tipos de Enzimas	Enzimas	Sustratos
Carbohidrasas	Amilasas	Almidón
	Pectinasas	Pectinas
	$\beta$ Glucanasas	$\beta$ Glucanos
	Arabinoxilanasas	Arabinoxilanos
	Celulasas	Celulosa, Hemicelulosa
	Hemicelulasas	Hemicelulosa
Proteasas	Proteasas Ácidas	Proteínas
	Proteasas Alcalinas	Proteínas
Otras	Fitasas	Ésteres del Ácido Fítico
	Esterasas	Grasas, Ésteres
	Lipasas	Grasas, Ésteres

Fuente: Gauthier, R. (2006)

**2. Clasificación**

<http://es.wikipedia.org> (2006), señala que de acuerdo al Comité de Enzimas (EC)

de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular clasifica a las enzimas en 6 clases, de acuerdo con el tipo de reacción que catalizan:

- Oxidorreductasas: aceleran las reacciones de oxidación-reducción.
- Transferasas: participan en la transferencia de grupos (amino o fosfato, por ejemplo).
- Hidrolasas: éstas aceleran las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más pequeños por reacción con moléculas de agua.
- Liasas: generan o hacen desaparecer dobles enlaces en forma no oxidativa.
- Isomerasas: aceleran reacciones de cambio de posición de átomos.
- Ligasas o sintetasas: catalizan reacciones de formación de enlaces dependientes del rompimiento de enlaces de alta energía.

<http://www.solomujeres.com> (2006), indica que un modo muy general, se la puede clasificar en 3 tipos de enzimas:

- Enzimas digestivas: metabolizan los alimentos. Proteasa (proteínas), amilasa (almidones) y lipasa (grasas).
- Enzimas metabólicas: presentes en cada célula del cuerpo. Ayudan a limpiar el organismo de desechos metabólicos y toxinas, proveen energía, reparan las células y luchan en contra de la infección
- Enzimas de los alimentos: presentes en comidas crudas. Ayudan en la digestión y aumentan el funcionamiento de enzimas metabólicas y digestivas (en su mayoría destruidas cuando los alimentos son cocinados)

La enzima amilasa que digiere los almidones necesita un ambiente alcalino para realizar mejor su trabajo. La enzima Proteasa que digiere las proteínas necesita un ambiente ácido para cumplir sus funciones.

### **3. Propiedades de las enzimas**

Según <http://es.wikipedia.org> (2006), las propiedades que poseen las enzimas son las siguientes:

- Son altamente específicas para sus sustratos y para una reacción.
- Pueden estar sujetas a regulación en su actividad. Por ejemplo, la regulación alostérica.
- Son eficientes en pequeñas cantidades: la enzima no sufre cambios al catalizar las reacciones químicas, de manera que una pequeña cantidad de enzima puede catalizar repetidas veces una reacción.
- Aceleran las reacciones químicas sin sufrir modificación.
- No alteran las concentraciones de equilibrio de la reacción. Sólo hacen que este equilibrio se alcance más rápidamente, cambiando el mecanismo de reacción.
- No modifican el carácter exotérmico o endotérmico de la reacción

### **4. Actividad de la enzima**

En <http://es.wikipedia.org> (2006), se informa que para ejercer su actividad las enzimas requieren a menudo moléculas auxiliares, que se ubican en el centro activo de la enzima; en el caso de moléculas orgánicas reciben el nombre de coenzimas, mientras que si son iones metálicos (generalmente oligoelementos) se llaman cofactores. El conjunto enzima + cofactor o coenzima se denomina holoenzima, mientras que la parte proteica propiamente dicha se conoce como apoenzima. Usualmente las llamadas coenzimas no son simples auxiliares de las enzimas sino verdaderos sustratos de las reacciones pero que a diferencia del sustrato principal se regeneran fácilmente mediante reacciones simples. Las enzimas tienen una estructura tridimensional sin la que no pueden desarrollar su actividad. En esa estructura poseen un centro activo al que se unen los sustratos y en el que se produce la reacción catalítica. Cuando el sustrato accede al centro activo, se produce un cambio en la estructura del conjunto enzima-sustrato pero una vez finalizada la catalización la enzima es recuperada sin ningún cambio en ella, de la misma manera que los tambores de una cerradura se ajustan a los



dientes de la llave si ésta es la adecuada. Es lo que se denomina "ajuste inducido", en la nomenclatura propuesta por Kohsland. algunas enzimas, además del sitio activo poseen sitios de regulación en lugares diferentes del sitio activo. Tales enzimas se denominan alostéricas.

## **5. Factores que afectan la actividad enzimática**

Molina, C, et al (2006), señalaron que la expresión de las enzimas digestivas es afectada por una serie de factores limitantes como son: parámetros físico-químicos del agua (pH, oxígeno, salinidad y temperatura), edad y tamaño del animal, cambios ontogenéticos, ayuno, ingredientes de la dieta, nivel y fuente proteica, nivel y tipo de aglutinantes, aditivos, promotores de crecimiento, cantidad y frecuencia de alimentación, ritmos circadianos, ciclo de muda e incluso ha sido reportado que el agua ejerce un efecto estimulante sobre la actividad enzimática digestiva. A partir de esta diversidad de variables es importante optimizar la digestión y absorción de nutrientes en las dietas tomando en cuenta todos los factores antes mencionados para aprovechar al máximo la capacidad de las enzimas digestivas.

## **6. Proteasas**

Molina, C, et al (2006), señalan que las proteasas pancreáticas se secretan en el lumen intestinal en forma de proenzimas como precursores inactivos de sus respectivas enzimas, los cuales son activados por una enteroquinasa intestinal y por la tripsina, una vez que es activada. Las aminopeptidasas intestinales son liberadas en forma activa; su producción y actividad catalítica depende de varios factores, entre los que destaca el procesamiento de la dieta, composición de la misma, y el contenido de factores antinutricionales. La actividad de todas las enzimas digestivas es dependiente de la concentración del sustrato, la temperatura, el pH del medio; la temperatura en el lumen intestinal es constante, mientras que la concentración de sustrato y el pH son variables y dependen, a su vez, del tipo y cantidad de alimento consumido.

<http://es.wikipedia.org> (2006), señala que las proteasas son enzimas que rompen

los enlaces peptídicos de las proteínas. Usan una molécula de agua para hacerlo y por lo tanto se clasifican como hidrolasas. Las proteasas se encuentran naturalmente en organismos vivos, donde se usan para la digestión molecular y la reducción de proteínas no deseadas. Las peptidasas pueden romper ya sea enlaces peptídicos específicos (Proteólisis limitada), dependiendo en la secuencia de aminoácidos de la proteína, o pueden reducir un péptido completo a aminoácidos. (proteólisis ilimitada). Como las proteasas son en sí mismas péptidos, es natural preguntarse si las proteasas se pueden degradar. Es un hecho conocido que muchas proteasas se desdoblán a sí mismas. Esto puede ser un método importante de regulación de la actividad de las proteasas.

Además, indica que la función de las proteasas es inhibida por enzimas inhibitoras de proteasas. Los inhibidores de proteasas naturales no se deben confundir con los inhibidores de proteasas usados en la terapia anti-retroviral. Algunos virus, incluyendo al VIH, dependen de las proteasas en sus ciclos reproductivos, es por eso que los inhibidores de proteasas se desarrollan como métodos antivirales.

## **F. SUPLEMENTACIÓN ENZIMÁTICA EN LA ALIMENTACIÓN DE BROILERS**

Carré, A (2004), indicaron que la suplementación enzimática en la alimentación de los broilers en la actualidad consiste mayoritariamente en la inclusión de  $\beta$ -glucanasas y arabinoxilanasas en raciones con cereales viscosos. Sin embargo, recientemente, numerosas expectativas se están incorporando como son la búsqueda de estrategias enzimáticas dirigidas a mejorar el valor nutritivo de las leguminosas en general y la torta de soja en particular. Puesto que es conocido el efecto del tostado de la soja sobre la solubilidad y la digestibilidad de la proteína, se pretendió establecer la influencia de un tostado suave o intenso sobre la eficiencia enzimática "in vitro", especialmente de la proteasa y diferentes carbohidrasas. Efectivamente, el tostado provocó un descenso gradual en la solubilidad tanto de la fracción proteica como de los carbohidratos, lo que sugiere cambios estructurales del entramado de carbohidratos en su relación con la proteína. Sin embargo, la posible efectividad de los enzimas "in vivo" está condicionada por aspectos asociados al animal, que no pueden ser simulados "in

vitro". Por ello, se decidió iniciar el desarrollo de pruebas de crecimiento en broilers en las que estudiar las posibles mejoras productivas y digestivas asociadas a la inclusión de enzimas de pared vegetal. La suplementación con enzimas no provocó modificaciones significativas de los resultados productivos de los animales o de la digestibilidad de la ración. Sin embargo, la incorporación de enzimas a la dieta redujo significativamente la proliferación microbiana en íleon (medida como concentración de bases púricas) durante la primera fase de crecimiento de los pollitos. Aunque la experiencia fue realizada en jaulas, y no se observaron diferencias en productividad.

Choct, M (1997) y Carré, A (2004), concuerdan que la importancia de una enzima capaz de aumentar la digestibilidad de las proteínas es crucial. Publicando que del 20 al 25% de las proteínas presentes en los ingredientes para uso animal no se digieren. Por lo que el uso de enzimas es una práctica común en las dietas avícolas elaboradas a base de trigo y cebada en todo el mundo; sin embargo, los fabricantes de enzimas han encontrado muchas dificultades para desarrollar productos eficaces y costeables para las dietas preparadas con maíz y pasta de soja, o bien con sorgo y pasta de soja. proteína de origen vegetal, además de harina de carne y hueso o harina de subproducto avícola como fuente de proteína animal. En este contexto, el uso de una enzima que sea activa sobre los polisacáridos no amiláceos es sumamente cuestionable porque la mayoría de las enzimas fungales que los atacan, no son activas sobre la fracción insoluble. Sólo la fracción soluble es responsable de la elevada viscosidad intestinal.

Algunas preparaciones enzimáticas comerciales diseñadas para dietas a base de maíz, o sorgo y soja, de hecho son mezclas de actividades enzimáticas, principalmente xilanasas y con actividad variable de  $\alpha$ -amilasa,  $\beta$ -glucanasa y proteasa. Esta estrategia es arriesgada porque algunos autores sospechan que las preparaciones con alta actividad de proteasa también pueden tener un efecto negativo pues incrementan la digestión de las proteínas, incluidas las enzimas agregadas (Bedford, M. 1996), pero Choct, M (1997), indica que en lo personal, no está convencido de esa teoría, pues la cantidad de sustrato que representa la proteína de alimento es inmensamente superior a los pocos gramos de enzimas adicionadas.

Antes de incorporar enzimas a las raciones avícolas comerciales, es necesario contestar algunas preguntas (Marquardt, R. 1996):

### **1. ¿Cuál es el sustrato a atacar?**

En una dieta elaborada a base de maíz y soya los sustratos que las enzimas deben atacar son almidón, proteína, grasa, y oligosacáridos. Sabemos que la producción endógena de enzimas en los pollos y pavipollos jóvenes está presente al final de la incubación o bien la desencadena el consumo de alimento (Noy, Y y Sklan, D. 1997).

Muchos autores consideran que durante los primeros días de vida del pollo, la digestibilidad de los ingredientes y nutrimentos es menos problema que el proceso mismo de absorción (Sell, J. 1996).

Los pollos a los que se les ha extirpado el páncreas muestran una reducción del 75% en la absorción de proteínas y grasas, mientras que la del almidón disminuye en un 25% (Moran, E. 1998).

Leeson S, et al (2001), señalan que todos los animales contienen abundante  $\beta$ -amilasa. La buena digestión del almidón se relaciona más con el rompimiento de los gránulos que los contiene mediante mecanismos físicos (molienda, humedecimiento en el buche, trituración en la molleja, etc.). El problema es realmente la proteína porque su digestibilidad no es muy alta, además de que existen amplias variaciones entre sus fuentes y dentro de una misma fuente. La presencia de factores antinutricionales y los problemas en el procesamiento de las fuentes de proteína (falta o exceso del mismo) se suman a la variabilidad en la digestibilidad de las proteínas.

La utilización de las grasas en los pollos muy jóvenes es baja y está relacionada con la producción de lipasa, la secreción de bilis y la composición de la grasa en sí. La adición de lipasa a las dietas rara vez resulta efectiva pues es la emulsificación con las sales biliares el paso más importante en la digestión de grasas y aceites (Freeman, C. 1998).

Según han investigado muchos autores, la viscosidad del contenido intestinal puede desempeñar un papel de gran importancia en la digestión y la absorción de las grasas, mediante la reducción de la emulsificación, de la actividad de la lipasa pancreática y de la formación de micelios (Danicke S, et al, 1997); no obstante, estas pruebas se realizaron usando dietas sumamente viscosas que contenían una gran cantidad de centeno.

El nivel de polisacáridos no amiláceos solubles en las dietas hechas con maíz y sorgo es muy bajo, por lo que no tienen problemas de viscosidad pero en la pasta de soya dichos polisacáridos son principalmente  $\beta$ -gactósido que no se degradan con la xilanasa ni la  $\beta$ -glucanasa que se usan comúnmente. Se han obtenido resultados muy distintos en las evaluaciones del uso de alfa-galactosidasa (Kidd M, et al, 2001). Los oligosacaridos de la pasta de soya carecen de efecto antinutricional (o bien este es muy bajo), pero ni siquiera su eliminación mejoró el rendimiento ni la energía metabolizable verdadera (Irish G, et al. 1995).

## **2. ¿Qué actividad enzimática se requiere?**

Numerosas publicaciones han demostrado que las proteasas incrementan la digestibilidad de la proteína de la pasta de soya (Leeson S, et al. 2001), pero nos sorprende que muchos autores se concentren en la energía metabolizable aparente de las dietas preparadas con maíz y soya, más no en la proteína.

Ghazi, S, et al (2002), demostraron que las diferentes fuentes de proteasas ejercen efectos distintos sobre la digestibilidad y la retención del nitrógeno. El mejoramiento en la digestibilidad de los aminoácidos varía dependiendo de cual de ellos se trate.

Se calcula que del 20 al 25% de la proteína total de los ingredientes no se digiere (Slominsky, B. 2002). La proteína fibrosa no se digiere por las proteasas con actividad similar a la de la tripsina y la quimiotripsina, como la subtilisina. Es obvio que se ha investigado muy poco el uso de una sola proteasa en las dietas formuladas con maíz, sorgo y soya.

Las mezclas o “cócteles” de enzimas podrían estar indicadas sólo en teoría (Hruby M y Pierson, E. 2002), porque en la realidad cuando se considera a la proteína como el sustrato principal, sólo se debería considerar la proteasa. Por cuanto se ha demostrado que dichas mezclas de enzimas que contienen proteasa suelen generar muy buena ganancia de peso en los pollos de engorda, pero con frecuencia la conversión alimenticia es mayor que en el grupo testigo negativo.

#### **a. Importancia de la estabilidad de las enzimas**

Las proteasas presentes en muchos de los productos multienzimáticos son muy sensibles al calor y al pH. En general, la termosensibilidad de las enzimas es un problema con sólo algunas excepciones como las xilanasas bacterianas, una proteasa atípica y una fitasa específica. La proteasa subtilisina se desnaturaliza de manera irreversible cuando el pH es inferior a 5 (Marquardt, R. 1996).

También es importante el hecho de que la proteasa usada en los alimentos para animales sea resistente a los factores antitripsina que se encuentran en la soya y la pasta de soya mal procesadas. Por otra parte, la lipasa es muy sensible al pH por lo que se degrada en un 35% con respecto a su valor original después de 5 minutos de incubación a pH 5.0. La lipasa exógena no sobrevive ante el pH tan ácido del proventrículo y la molleja (Gerber B, et al. 1998).

La posibilidad de adicionar las enzimas en forma seca o bien después de la peletización se determina por su estabilidad ante el calor, así como por otros factores prácticos. Las enzimas líquidas concentradas son mucho menos estables que sus contrapartes secas. Por otra parte, si dichas enzimas son termosensibles, las opciones son muy limitadas. Los sistemas de aplicación líquida de buena calidad son muy caros y, además, en muchas plantas de alimentos no se logra el grado necesario de precisión ni uniformidad (Marquardt, R. 1996).

#### **b. Diferencias en las preparaciones enzimáticas comerciales para mezclar con los alimentos balanceados**

Debido a que las enzimas que se utilizan en las preparaciones comerciales

proceden de fuentes distintas (microorganismos), sus propiedades varían mucho. Desgraciadamente, muchas de las proteasas existentes en el mercado no se desarrollaron originalmente para administrarlas en las raciones de los animales sino para otras aplicaciones (como por ejemplo: detergentes para lavandería industrial), de tal manera que no poseen las propiedades que quisiéramos para su uso en la alimentación pecuaria. Es necesario evaluar cada producto comercial por sus propios méritos. Otro problema con las enzimas en general es la “estandarización” de las unidades usadas, por lo que el simple hecho de leer la etiqueta para comparar diversas preparaciones enzimáticas comerciales carece totalmente de significado (Marquardt, R. 1996)

### **c. Análisis de las enzimas**

Existen varias publicaciones que describen los métodos para analizar las enzimas. Cuando vienen en su forma pura, el análisis es relativamente sencillo; no obstante, intentar recuperar las enzimas o determinar su actividad en los alimentos balanceados es extremadamente difícil, si no imposible. Esto es especialmente cierto para las proteasas, pues están ya sea ligadas a su sustrato (lo cual crea un problema de extracción) o existen interferencias espectrofotométricas con otros ingredientes de la formulación. Al contrario de las enzimas que atacan a los polisacáridos no amiláceos (en cuyo caso podemos usar un método indirecto como medir la viscosidad del contenido intestinal) las proteasas en la ración se deben medir directamente. Esta situación puede crear un problema de control de calidad en muchas plantas y la única manera de resolverlo es realizar suficientes pruebas con pollos in vivo para determinar su eficacia (Bedford M, et al. 2001).

Existe ahora en el mercado una fuente única de proteasa denominada Single Protease (Sing. Prot.), que posee la mayoría de las características de calidad que debe tener una enzima, a saber:

- Pureza (sin subactividades)
- Estar elaborada a partir de microorganismos no modificados genéticamente
- Estabilidad al calor

- Resistencia a los factores antitripsina que se encuentran en las fuentes vegetales de proteína
- Amplia actividad sobre proteínas y péptidos
- Resultados constantes bajo las condiciones de campo
- Ser económicamente benéfica

Esta proteasa termoestable, desarrollada específicamente para uso en raciones pecuarias, cuenta con tres fracciones activas procedentes del mismo proceso de fermentación y tiene un exclusivo modo de acción. Cada fracción tiene un tipo específico de actividad, de alguna manera similar a la tripsina y la quimiotripsina, pero mucho más amplio. El modo esperado de acción es clásico, incrementa la solubilidad y la digestibilidad de proteínas, péptidos y aminoácidos. Por otro lado, esta exclusiva enzima es activa sobre la mucosa intestinal misma, regulando y optimizando la viscosidad del moco en la superficie de las vellosidades y microvellosidades intestinales, mejorando así la absorción de los nutrimentos (Marquardt, R. 1996)

#### **d. Beneficios de usar una proteasa**

Cualquiera que sea la base teórica, la única razón de usar cualquier enzima (incluida una proteasa), es la ventaja económica. Mejor rendimiento de los pollos, reducción del costo de los alimentos, uso de fuentes menos digestibles de proteína y aspectos ambientales, en el caso de la fitasa. En los trabajos que versan sobre la investigación y desarrollo de las enzimas con mucha frecuencia leemos "...la adición de tal o cual enzima no tuvo efecto ( $P > 0.10$ ) sobre el crecimiento de los pollos pero aumentó significativamente la DE en el íleon ( $P < 0.01$ )..." (Douglas, M y Parsons, C. 2000).

### **3. ¿Por qué no respondieron los pollos a la mayor digestibilidad?**

(Marquardt, R. 1996), señala que no respondieron los pollos a la mayor digestibilidad, por que simplemente el alimento contenía ya cantidades superiores al requerimiento de los pollos. Es mucho más importante definir las necesidades verdaderas de nutrimentos de las aves como proteína, aminoácidos y energía,



que definir una matriz que arroje nuevos valores a ingredientes aislados que, de todas maneras son extremadamente variables. La formulación del alimento con base digestible aumenta la falta de exactitud en el valor de un solo ingrediente.

Hay dos maneras de usar las proteasas en las dietas para pollos elaboradas con maíz, sorgo y soya:

- Cuando las dietas ya contienen niveles bajos o marginales de proteína bruta y aminoácidos en comparación con los requerimientos de las aves y cuando se utilizan fuentes que se sabe tienen baja digestibilidad de proteína, se puede agregar la proteasa.
- Cuando las dietas se formulan con especificaciones altas de proteína bruta y aminoácidos, es posible bajar en un determinado porcentaje las especificaciones totales de la ración.

Como indicó Sklan, D (2002), el control del rendimiento de los pollos es significativo para determinar qué tipo de respuesta se puede esperar ante la adición de una enzima. La cuestión es muy sencilla: con un cierto tipo de fórmula y con una estirpe dada de pollos, ¿es posible mejorar el rendimiento?

(Marquardt, R. 1996), al estudiar la eficacia de una sola proteasa en un alimento estándar vs. una ración baja en proteína y aminoácidos para pollos de engorda machos, encontró que el programa de alimentación de baja densidad tiene un efecto negativo significativo sobre el peso corporal y la conversión alimenticia en comparación con el programa testigo. El uso de 125 ppm de Single Protease en los alimentos de baja densidad tiene un efecto positivo significativo sobre el peso corporal y la conversión alimenticia en comparación con las dietas de baja densidad no suplementadas. No hay diferencia significativa en el rendimiento entre los alimentos estándar y los alimentos de baja densidad suplementados con Single Protease. No hay diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la composición de la canal (grasa y carne de pechuga), pero sí un efecto significativamente positivo en el rendimiento en pechuga a favor de los alimentos con baja densidad.

## **J. ESTUDIOS REALIZADOS EN BROILERS**

En la Unidad Productiva Avícola, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se evaluó en 400 pollitos parrilleros de un día de edad, la utilización de diferentes niveles de enzimas Allzyme Vegpro (0, 100, 200, 300 g/Ton de alimento) que se adicionaron a la ración. Determinándose que en la fase de crecimiento con el nivel 0.03 % se obtuvieron mejores respuestas numéricas en los pesos finales y ganancias de peso (0.802 y 0.761 kg, en su orden), consumo de alimento de 1.33 kg y una conversión alimenticia de 1.76, mientras que en la fase de acabado a más de mantenerse los mejores pesos y ganancias de peso (2.596 y 1.796 kg, respectivamente), se logró mejorar la eficiencia alimenticia (1.75) y reducir los costos de producción, al igual en la valoración total, prevaleció el nivel 0.03 %, que presentó los mejores incrementos de peso (2.567 Kg), con consumo total de alimento de 4.47 kg, conversión alimenticia de 1.747, peso a la canal de 1.950 Kg y un rendimiento de 75.16 % (Flores, I. 1999).

Al evaluarse en la Unidad de Producción avícola de la Facultad de Ciencias pecuarias, el efecto de tres probióticos (Lacture, Yeasture y Cenzyne), en la cría y acabado de pollos de carne, se registró en la fase inicial (0 a 4 semanas) un peso promedio de 0.873 kg con una ganancia de peso de 0.831 kg, consumo de alimento total 1.410 kg con una conversión alimenticia de 1.418. La mortalidad en esta fase es mínima, apenas se registra 0.5 % en el tratamiento T1 con Lacture. En la fase de acabado (29 a 56 días), mejores respuestas encontró con el tratamiento con Cenzyne con un peso final de 2.533 kg, ganancia de peso de 1.66 kg, un consumo total de 3.874 kg, con un peso y rendimiento a la canal de 1.886 kg (74.25 %). La mejor conversión 1.692 se registró para el tratamiento con Lacture. La mortalidad total en esta fase fue de 2 %, siendo mayor en el testigo con 1% (Cevallos, N. 1999).

En el Cantón Pallatanga, recinto Azacoto, se estudiaron cinco niveles de zanahoria amarilla como pigmentante (0.0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8%), encontrándose en la etapa de inicio (0 – 28 días) los mejores rendimientos con el nivel 0.8% de zanahoria amarilla, ya que alcanzó un peso final de 1064.61 g, una ganancia de peso de 1104.89 g y una conversión alimenticia de 1.53, en la etapa de acabado

(28 a 51 días) se ratifica el 0,8%, apreciándose un peso final de 2715.45 g, ganancia de peso de 1610.52 g y una conversión alimenticia de 2.01. En el análisis de la etapa total se ratifica la superioridad del nivel 0.8 % con una ganancia de peso de 2675.16 g, conversión alimenticia (1.83), el rendimiento a la canal fue de 74.19% (Chabla, J. 2000).

En la Parroquia San Juan del Cantón Cumandá, Provincia del Chimborazo, se evaluaron diferentes niveles de torta de palma (palmiste) en el inicio y acabado de pollos parrilleros, en 400 pollos broilers, Encontrándose en la fase inicial que con el empleo de la ración con el 10 % de palmiste los pollos presentaron los mejores pesos finales (1205 g), ganancias de peso (1166 g), conversión alimenticia (1.543) y el menor costo por Kg de peso ganado (1325.38 sucres), en cambio en la fase final a pesar de presentar el mejor peso final (2.607 Kg) con el nivel 10%, las mayores ganancias de peso (1.645 Kg), conversión alimenticia (2.14) y menor costo/Kg de peso ganado se consiguió con el tratamiento control. En la fase total, los pollos presentaron las mejores respuestas en cuanto a ganancias de peso (2.57 kg), consumo de alimento (5.00 kg), peso y rendimiento a la canal (1.96 Kg y de 75.2 %), cuando se les suministro 10 % de palmiste (Mazon, J. 2000)

En el cantón Mocha de la provincia de Tungurahua, se estudió en 400 pollitos parrilleros, la utilización de diferentes niveles de cloruro de colina (0, 0.20, 0.25, 0.30 y 0.35 g/kg de alimento) que se adicionaron a la ración. Determinándose en la fase de crecimiento que cuando se alimentó con raciones que contienen cloruro de colina pesos finales de hasta 0.802 kg, incrementos de peso de 0.762 kg, consumo de alimento de 1.41 kg y una conversión alimenticia de 1.85. En la fase de acabado con el nivel 0.25 g/kg se registraron las mejores respuestas productivas, con pesos finales de 2.43 kg, ganancias de peso de 1.63 kg, una conversión alimenticia de 2.04 y un costo/kg de ganancia de peso de 0.46 dólares. En la fase total se ratifica que con el nivel 0.25 g/kg se obtiene los mayores incrementos de peso (2.39 kg), consumo de alimento de 4.73 kg, con una eficiencia alimenticia de 1.98, un peso y rendimiento a la canal de 1.77 kg y 72.75 %, respectivamente (Espinoza, J. 2001).

En la Parroquia La Matriz de la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi, se

valoró la crianza de pollos de ceba sexados bajo invernadero y galpón, utilizándose 200 pollos broilers. Encontrándose en la fase inicial que la crianza de los pollos bajo invernadero produjeron estadísticamente mejores resultados en cuanto a pesos (0.724 kg), ganancias de peso (0.685 kg), no así en la conversión alimenticia (1.747) y costo por kg de ganancia de peso (0.321 dólares), que presentaron una superioridad aparente con respecto a los criados bajo galpón, en la fase de acabado, se registró las mejores respuestas de igual manera en los animales criados bajo invernadero, que presentaron un peso final de 2.551 kg, ganancia de peso de 1.808 kg, consumo de alimento de 3.35 kg y una conversión alimenticia de 1,85. En la fase final, se notó la influencia del sistema de crianza bajo invernadero en animales machos, que fueron los que presentaron las mejores respuestas productivas, ya que se encontró, ganancia peso de 2.51 kg, consumo de alimento de 4.56 kg, conversión alimenticia de 1,82, peso a la canal de 1.84 kg y un rendimiento de 72.23 % (Molina, J. 2001).

En la comunidad de Pisicaz, ubicada en la Parroquia San – Juan, cantón Riobamba, provincia del Chimborazo, se estudiaron en 320 pollitos parrilleros de un día de edad, diferentes tiempos de restricción alimenticia (16, 17 y 18 horas/día) frente a un tratamiento control (alimento a voluntad). Determinándose que en la fase inicial la restricción del alimento por 16 horas al día, presentó mejores pesos a los 28 días (0.64 kg) y ganancias de peso (0.60 kg), con una conversión alimenticia de 1.75, un índice de eficiencia europeo de 199.35. En la fase final (28 a 56 días de edad), con la restricción alimenticia de 18 horas al día, se afectó negativamente el comportamiento productivo de los animales, presentando las mejores respuestas con la restricción alimenticia entre 16 y 17 horas, presentando pesos hasta los 56 días de edad de 2.32 kg, ganancias de peso de 1.69 kg, una conversión alimenticia entre 1.99 y 2.02. En la fase total con la restricción alimenticia por 16 y 17 horas al día, presentaron numéricamente los mejores incrementos de peso, conversiones alimenticias (1.94 y 1.95), menores costos de producción (0.71 dólares/kg de ganancia de peso), pesos y rendimientos a la canal de 2.04 kg y 88.02 %. Los índices de mortalidad registrados se redujeron casi a su totalidad, por cuanto la restricción alimenticia fortalece el vigor de los animales, minimizando los efectos asociados con la ascitis (Espinoza, A. 2005).

En la Unidad – Productiva Avícola de la Facultad de Ciencias pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó el suministro de balanceado Nutril en presentaciones de pellets, polvo y desmoronado, en los cuales el balanceado peletizado se sustituyó paulatinamente en cada uno de los tratamientos al balanceado en polvo, que conformaron el tratamiento testigo. Registrándose en la etapa inicial (de 1 a 28 días de edad), al suministrar el alimento desmoronado de 1 a 8 días de edad y de los 9 a 30 días en forma de pellets, se registraron los mayores pesos (1.12 kg), incrementos de peso (1.08 kg), así como la mejor conversión alimenticia (1.37), en la fase de acabado (de 28 a 49 días de edad) las mejores respuestas se alcanzaron al emplear el sistema T3 (preinicial desmoronado de 1 a 8 días, inicial polvo de 9 a 30 días, final pellets de 31 a 42 días, mercado pellets de 42 días hasta la venta), ya que los pollos presentaron un peso final de 2.55 kg, con incrementos de peso de 1.50 kg y la menor conversión alimenticia (2.26). En la etapa total, las respuestas obtenidas determinan que al proporcionarse el alimento en forma de pellets se obtiene mejores respuestas, por cuanto se alcanzó ganancias de peso total de hasta 2.51 kg, una conversión alimenticia de 1.92, el mejor peso y rendimiento a la canal, con 1.82 kg y 72.45 %, respectivamente (Tapia, J. 2005).

En el Cantón Pillaro, Provincia del Tungurahua, se valoró la adición de diferentes niveles de ácido ascórbico (0, 5, 10 y 15 mg) por lt de agua en 320 pollitos. Los resultados obtenidos demostraron que en la fase inicial, los niveles de ácido ascórbico como antiestresante no afectó el comportamiento productivo de los animales, en cuanto al peso (1.037 kg), ganancia de peso (0.997 kg) y conversión alimenticia (1.35), aunque con el nivel 5 mg/lt de agua se redujo el consumo de alimento (1.36 kg), ya que el producto actúa como compensador de energía. En la fase de acabado, no presentó efecto en los pesos (2.57 kg), ganancias de peso (1.54 kg) y consumo de alimento (3.27 kg), pero con el nivel 10 mg/lt de agua, se registró la menor conversión alimenticia con 2.09 y costo de producción fue 0.69 dólares/kg de ganancia de peso. En la fase total, los pesos alcanzados fueron entre 2.51 y 2.57 kg cuando se utilizó 5 mg de ácido ascórbico, consumos de alimento entre 4.5 y 4.6 kg, se mejora la conversión alimenticia dando un valor de 1.81, reduciendo los costos de producción en 0.61 dólares/kg ganancia de peso, con pesos y rendimientos a la canal de 1.92 kg y 74.73 % (Torres, L. 2005).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo experimental se realizó en el recinto Charguayaco, Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo en la vía Pallatanga - Bucay; a una altitud de 780 m.s.n.m., presentando las siguientes condiciones meteorológicas:

**Cuadro 9. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	20.0
Humedad relativa, %	84.0
Precipitación anual, mm	2700
Heliofania (h/luz)	990

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2006).

El estudio tuvo una duración de 120 días, distribuidos en dos ensayos, de 49 días de cría y acabado de los pollos parrilleros, con 15 días de intervalo entre ensayos para la preparación y adecuación de los galpones.

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Las unidades experimentales se conformaron por 400 pollos parrilleros de un día de edad, los cuales se dividieron en dos ensayos consecutivos, 200 pollos para el primer ensayo, y 200 para la réplica, con un tamaño de la unidad experimental de 10 pollos cada una.

#### **C. EQUIPOS Y MATERIALES**

Los materiales y equipos que se utilizaron en la presente investigación fueron los siguientes:

- Galpón de piso de cemento, techo de zinc, paredes de malla metálica y cubiertas de lona.
- 20 cuartones de 1 metro cuadrado.
- 20 bebederos plásticos de galpón.
- 20 comederos tipo tolva.
- 1 campana criadora.
- Balanza
- Baldes plásticos para trasladar el alimento.
- Bomba de mochila.
- Equipo sanitario.
- Alimento balanceado.
- Material de cama (cáscara de arroz).

#### **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos experimentales estuvieron conformados por las raciones alimenticias que contenían diferentes niveles de proteasa (0.05, 0.10 y 0.15 %), para ser comparados con un tratamiento control (0.00 %). los mismos que se describen a continuación.

#### **Cuadro 10. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO**

Nivel de proteasa	Código	Repeticiones	TUE	Animales/trat
0.00 %	P0.00	5	10	50
0.05 %	P0.05	5	10	50
0.10 %	P0.10	5	10	50
0.15 %	P0.15	5	10	50
<b>TOTAL AVES POR ENSAYO</b>				<b>200</b>

En cada ensayo, las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA), con 5 repeticiones y cada repetición conformó una unidad experimental, las mismas que por proceso estadístico al tener respuestas similares en los dos ensayos, se evaluó adicionalmente el efecto de los ensayos, por lo que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Valor del parámetro en medición

$\mu$  : Promedio

$A_i$  : Efecto de los tratamientos (niveles de proteasa)

$B_j$  : Efecto del número de ensayo

$AB_{ij}$  : Efecto de la interacción (niveles de proteasa por número de ensayo)

$\varepsilon_{ijk}$  : Efecto del error experimental

Las raciones alimenticias empleadas fueron elaboradas en la Unidad Productiva Planta de Balanceados de La Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, cuya formulación y composición nutritiva se detallada en los siguientes cuadros, donde se aprecia que las dietas tienen como base el maíz y la torta de soya, para evaluar el efecto de la proteasa:

**Cuadro 11. COMPOSICIÓN DE LA RACIÓN EXPERIMENTAL PARA LA FASE INICIAL (1 a 28 días de edad)**

Ingredientes, kg	Niveles de proteasa			
	0.00%	0,05 %	0.10%	0.15%
Maíz amarillo molido	61,70	61,65	61,60	61,55
Pasta de soya importada 47%	32,00	32,00	32,00	32,00
Fosfato dicálcico	2,00	2,00	2,00	2,00
Carbonato de calcio	1,00	1,00	1,00	1,00
Aceite de palma	1,00	1,00	1,00	1,00
Afrecho de trigo	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Metionina 99% polvo	0,30	0,30	0,30	0,30
Atrapante mico (aluminosilica)	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina 78%	0,20	0,20	0,20	0,20
Antimicótico	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitaminas y minerales	0,20	0,20	0,20	0,20
Proteasa (vegpro polvo)	0,00	0,05	0,10	0,15
Promotor de crecimiento	0,05	0,05	0,05	0,05
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Total, kg	100	100	100	100
Precio, dólares/kg	0.40	0.40	0.41	0.41

Fuente: Planta de Balanceados, FCP, ESPOCH (2006)



**Cuadro 12. ANÁLISIS CALCULADO Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA FASE DE INICIAL**

Nutrientes	Niveles de proteasa (%)				Requerimiento*
	0.00	0.05	0.10	0.15	
Energía Kcal	2995.07	2953.39	2911.71	2870.03	3000-3100
Proteína (%)	21.99	21.99	21.99	21.99	21
Calcio (%)	0.84	0.84	0.84	0.84	1
Fósforo (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,6
M + C (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,7
Lisina (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,23 a 1,36

Fuente: \* National Research Council (NRC, 2003).

**Cuadro 13. COMPOSICIÓN DE LA RACIÓN EXPERIMENTAL PARA LA FASE FINAL (28 a 49 días de edad)**

Ingredientes, kg	Niveles de proteasa			
	0.00%	0,05 %	0.10%	0.15%
Maíz amarillo molido	66,70	66,65	66,60	66,55
Pasta de soya importada 47%	27,00	27,00	27,00	27,00
Fosfato dicálcico	2,00	2,00	2,00	2,00
Carbonato de calcio	1,00	1,00	1,00	1,00
Aceite de palma	1,00	1,00	1,00	1,00
Afrecho de trigo	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Metionina 99% polvo	0,30	0,30	0,30	0,30
Atrapante mico (aluminosilica)	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina 78%	0,20	0,20	0,20	0,20
Antimicótico	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitaminas y minerales	0,20	0,20	0,20	0,20
Proteasa (vegpro polvo)	0,00	0,05	0,10	0,15
Promotor de crecimiento	0,05	0,05	0,05	0,05
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Total, kg	100	100	100	100
Precio, dólares/kg	0.38	0.38	0.39	0.39

Fuente: Planta de Balanceados, FCP, ESPOCH (2006)

**Cuadro 14. ANÁLISIS CALCULADO Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA LA FASE FINAL**

Nutrientes	Niveles de proteasa (%)				Requerimiento *
	0.00	0.05	0.10	0.15	
Energía Kcal	3038.31	3009.93	2981.5	2953.1	3200
Proteína (%)	18.00	18.00	18.00	18.00	19 a 20
Calcio (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,6 a 0,8
Fósforo (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,5
M + C (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,8
Lisina (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	1,2

Fuente: \*National Research Council (NRC, 2003).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo fueron las siguientes:

### **1. Fases de cría (1 a 28 días de edad)**

- Peso inicial, g
- Peso a los 28 días de edad, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg. ganancia de peso, dólares
- Mortalidad, %

### **2. Fase final (28 a 49 días de edad)**

- Peso a los 28 días de edad, g
- Peso a los 49 días de edad, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg. ganancia de peso, dólares
- Mortalidad, %

### **2. Fase total (1 a 49 días de edad)**

- Ganancia de peso total, g
- Consumo total de alimento, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg de ganancia de peso, dólares
- Peso a la canal, Kg.
- Rendimiento a la canal, %
- Índice de Eficiencia Europeo (IEE)

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Separación de medias por medio de la prueba de Tukey al nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .
- Determinación de las líneas de tendencia mediante el análisis de la regresión.

El esquema del ADEVA empleado, considerando un ensayo bifactorial fue:

**Cuadro 15. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	39
Tratamientos (niveles de proteasa)	3
Número de ensayos	1
Interacción (tratamientos por ensayos)	3
Error experimental	32

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. De campo

Al inicio del experimento, se llevó un sistema minucioso de prácticas de bioseguridad como: Lavado y desinfección del galpón antes de empezar el primer ensayo, mientras que para iniciar el segundo ensayo el galpón paso vacío o en descanso por el lapso de 15 días.

Para recibir a los pollitos, se alistó el círculo de crianza, los bebederos, comederos.

Al momento de recibirlos, se los pesó en el área de recepción y se les sometió a un período de adaptación de 7 días, ubicados en el círculo de crianza, en el cual se les suministró agua temperada con azúcar, vitaminas y electrolitos, recibiendo todos el alimento control, para luego ser trasladados a los cuartones, donde se los distribuyeron en los diferentes tratamientos de acuerdo a un sorteo previo al azar, la cantidad de alimento proporcionado fue de acuerdo a la guía de referencia del Manual práctico de crianza de aves Nutril (Cuadro 4)

El suministro del alimento se lo realizó diariamente a las 08h00 y a las 17h00 se suprimía el mismo, además el suministro de agua fue a voluntad, cada día se controló el sobrante para determinar el consumo aprovechado por el animal.

Se registraron periódicamente los pesos, luego por medio de la diferencia de los pesos inicial y final se estimó la ganancia de peso, mientras que la conversión alimenticia se calculó de acuerdo a la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso.

La investigación terminó con el sacrificio de los pollos, por medio del corte de la yugular para propiciar el desangrado del ave. Luego de la muerte, se lo sumergió en agua caliente a una temperatura entre 60 a 80 °C para eliminar la pluma y obtener una carne limpia y proceder al eviscerado, y así obtener una canal compuesta por alas, pechuga y muslos y pesarla, luego por medio de la relación con el peso final y el peso de la canal se obtuvo su rendimiento.

## **2. Programa sanitario**

### **a. Bioseguridad**

La bioseguridad es uno de los factores más importantes en la crianza de pollos parrilleros, ya que evita el ingreso de cualquier vehículo infeccioso que pueden causar enfermedades a los pollos, por esta razón antes de ingresar a la granja se realizaba una desinfección rigurosa, tanto del personal de trabajo como de los vehículos que transportan alimento, o cualquier material.

Para el programa de limpieza y desinfección antes del ingreso de los pollitos se realizó en base al calor por medio de los lanzallamas y utilizando un producto comercial llamado CID 20 desinfectando el local unos días antes de la recepción.

También todos los materiales utilizados en la cría y acabado de los pollos se lavaron y desinfectaron con anterioridad utilizando yodo control y formol. Además, se dispuso un área de entrada al galpón en la cual se colocó cal en polvo con la finalidad de desinfectar el calzado al momento del ingreso para el manejo habitual de las unidades experimentales como era el suministro de alimento, control del consumo y la limpieza de los comederos y bebederos.

#### **b. Vacunación**

La vacuna contra bronquitis se aplicó el primer día, el día 9 se inmunizó para New castle y Gumboro, el día 20 se realizó una segunda aplicación para controlar el Gumboro, y por último a los 28 días de edad se vacunó para New castle.

Además, antes y después de cada práctica de manejo recibieron vitaminas y minerales para reducir el estrés. Por último al finalizar la etapa inicial, se vermifugó contra gusanos redondos utilizando fármacos a base de piperacinas.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. ETAPA INICIAL**

#### **1. Pesos**

El peso promedio de los pollitos al momento de recibirlos fue de 45.55 g, con variaciones que estuvieron entre 45.40 y 45.63 g (cuadro 16).

A los 28 días de edad, los pesos de los pollos de acuerdo al número de ensayo fueron similares estadísticamente (1337.60 frente a 1338.10 g, respectivamente), en cambio que por efecto de los niveles de proteasas utilizadas las diferencias entre las medias fueron significativas ( $P < 0.05$ ), alcanzándose los mayores pesos (1390.20 g) en los pollos que recibieron el alimento con 0.10 % de proteasa, seguidos de los pesos que registraron por efecto de los niveles de 0.05 y 0.15 % (1331.80 y 1320.00 g, en su orden), mientras que al suministrarles el balanceado control presentaron los menores pesos al finalizar esta etapa (1309.40 g), por lo que mediante el análisis de regresión, se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa, que se reporta en el gráfico 1, de donde se desprende que el peso a los 28 días se incrementa cuando se utiliza hasta el 0.10 % de proteasa, pero con niveles superiores hasta el 0.15 %, su respuesta decrece, denotando por consiguiente, que los animales aprovecharon de mejor manera los nutrientes contenidos en la soya cuando se utilizó el 0.10 % de proteasa, debido posiblemente a lo que reporta Rivera, M (2006), quien indica que entre las funciones de las enzimas están la digestión de los alimentos, eliminación de toxinas, asisten en el almacenamiento de azúcar en el hígado y los músculos y convierten la grasa en tejidos grasosos.

También no es menos cierto, que algunas preparaciones enzimáticas comerciales diseñadas para dietas a base de maíz, o sorgo y soya, de hecho son mezclas de actividades enzimáticas, esta estrategia es arriesgada porque algunos autores sospechan que las preparaciones con alta actividad de proteasa también pueden tener un efecto negativo pues incrementan la digestión de las proteínas, incluidas las enzimas agregadas (Bedford, M. 1996), pero Gauthier, R (2006), indica que en

**Cuadro 16. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN**

**DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO (1 A 28 DIAS DE EDAD)**

Parámetros:	Niveles de proteasa (%)					Ensayos			C.V.
	0,00	0,05	0,10	0,15	Prob.	Primero	Segundo	Prob.	
Peso inicial, g	45,55	45,63	45,60	45,40	0,8690	45,59	45,50	0,6700	1,45
Peso a los 28 días, g	1309,40 b	1331,80 ab	1390,20 a	1320,00 ab	0,0460	1337,60 a	1338,10 a	0,9810	4,94
Ganancia de peso, g	1263,85 b	1286,17 ab	1344,60 a	1274,60 ab	0,0470	1292,01	1292,60	0,9780	5,12
Consumo de alimento, g	1664,94 ab	1670,71 ab	1701,53 a	1640,67 b	0,0370	1668,35	1670,57	0,8750	2,66
Conversión alimenticia	1,320 a	1,301 a	1,266 a	1,289 a	0,1200	1,294	1,295	0,9490	3,81
Costo/Kg ganancia de peso, \$	0,527	0,520	0,518	0,528	0,5830	0,524	0,523	0,9360	1,50
Mortalidad, %	4,00	4,00	3,50	4,00		4,00	3,50		

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0.01: Existe diferencias significativas altas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ )

$$\text{Peso a 28 días, g} = 1301,17 + 1569,4(\text{proteasa, \%}) - 9260 (\text{proteasa, \%})^2$$

$$R^2 = 24.27 \%$$

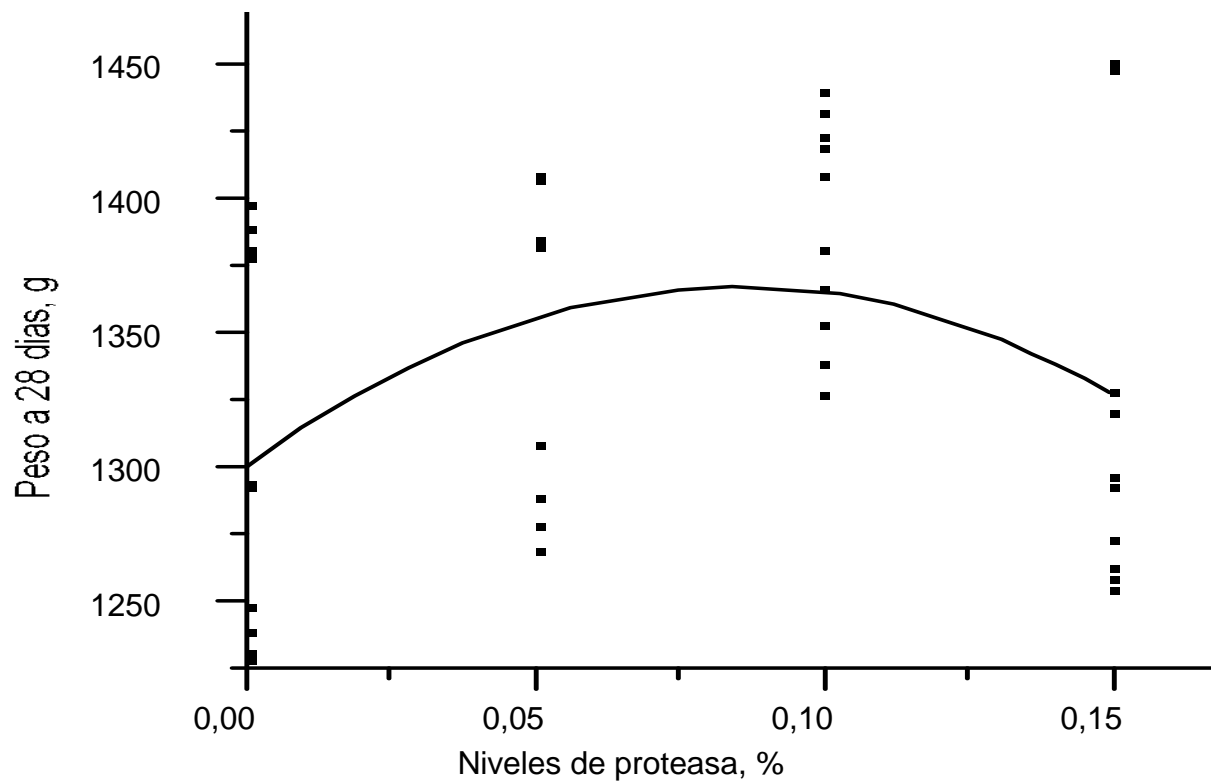


Gráfico 1. Comportamiento de los pesos de pollos parrilleros a los 28 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya



lo personal, no está convencido de esa teoría, pues la cantidad de sustrato que representa la proteína de alimento es inmensamente superior a los pocos gramos de enzimas adicionadas.

Las respuestas obtenidas son superiores respecto a las respuestas reportadas por Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes evaluaron en la alimentación de broilers la adición de diferentes niveles de zanahoria amarilla como pigmentante (0.0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8%), diferentes niveles de torta de palma (palmiste), balanceado Nutril en presentaciones de pellets, polvo y desmoronado y diferentes niveles de ácido ascórbico, por cuanto alcanzaron pesos al final de la etapa de crecimiento de 1.065, 1.205, 1.12 y 1.037 kg, respectivamente, por lo que se puede considerar que las variaciones de las respuestas registradas entre estudios pueden deberse a los diferentes sistemas de alimentación, condiciones experimentales, calidad de la materia prima, climatización, etc., a lo que se añade el efecto de la proteasa, por cuanto en el presente trabajo, las otras respuestas superan al tratamiento control.

## **2. Ganancia de peso**

Las medias de ganancia de peso al final del período inicial, por efecto del número de ensayo fueron similares (1292.01 y 1292.06 g, en el primero y segundo ensayo, respectivamente), en cambio se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de los tratamientos evaluados, encontrándose el mayor incremento de peso en los pollos que recibieron el alimento con 0.10 % de proteasa (1344.60 g) y la menor ganancia (1263.85 g) en los animales del grupo control, mientras que los otros grupos considerados presentaron respuestas entre las anotadas, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa (gráfico 2), que establece que a medida que se utiliza la proteasa hasta el nivel 0.10 %, se consiguen mejores incrementos de peso, pero se reducen cuando se emplean mayores cantidades (0.15 %), lo que concuerda con Hruby, M y Pierson, E (2002), quienes demostraron que las mezclas de enzimas que contienen proteasa suelen generar muy buena ganancia de peso en los pollos de engorda.

$$\text{Peso a 28 días, g} = 1301,17 + 1569,4(\text{proteasa, \%}) - 9260 (\text{proteasa, \%})^2$$
$$R^2 = 24.27 \%$$

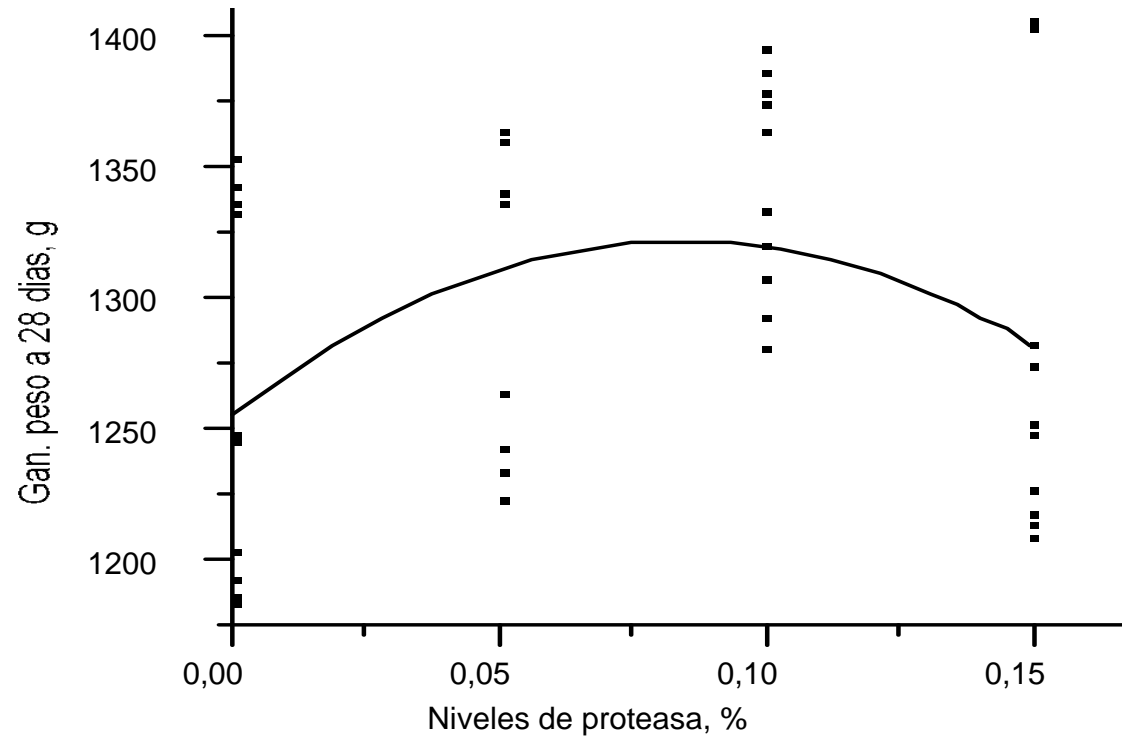


Gráfico 2. Comportamiento de las ganancias de peso de pollos parrilleros a los 28 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya

Los valores alcanzados superan a los reportes de Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), ya que estos investigadores registraron incrementos de peso de 1.105, 1.166, 1.08 0.762, 0.685, 0.600 y 0.997 kg, en su orden; ratificándose lo que se señala en <http://es.wikipedia.org> (2006), donde se indica que las proteasas son enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas, aprovechando los animales de mejor manera los aminoácidos contenidos en la torta de soya.

### **3. Consumo de alimento**

El mayor consumo de alimento (1701.53 g) se registró en las aves que recibieron el alimento con 0.10 % de proteasa, que es diferente estadísticamente ( $P < 0.05$ ), con el consumo registrado cuando se suministró el alimento con 0.15 % de proteasa (1640.67 g), que son los dos casos extremos, respuestas que determinan mediante el análisis de la regresión una tendencia cuadrática (gráfico 3), por lo que se considera que al utilizar el nivel 0.10 % proteasa, los animales presentan un mejor desarrollo, pero a su vez se incrementa el consumo de alimento, lo que puede deberse a lo que señalan Douglas, M y Parsons, C. (2000), quienes indican que cualquiera que sea la base teórica, la única razón de usar cualquier enzima (incluida una proteasa), es la ventaja económica, pues se mejora el rendimiento de los pollos y el uso de fuentes menos digestibles de proteína, razón por lo cual entre ensayos los consumos determinados fueron entre 1668.35 y 1670.57 g, respectivamente. Valores que son superiores a los determinados por Flores, I (1999), Cevallos, N (1999), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), por cuanto estos investigadores registraron consumos de 1.33, 1.41, 1.41, 1.20, 1.05, 1.50 y 1.36 kg/ave, respectivamente; diferencias que pueden deberse a que los animales que mayor peso incrementan, requieren una mayor cantidad de alimento.

### **4. Conversión alimenticia**

Con relación a la conversión alimenticia, las medias determinadas en los diferentes tratamientos no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ), por efecto de los niveles de proteasa empleados, aunque numéricamente se encontró una

Cons. alimento a 28 días, g = 1659,1 + 915,629 (proteasa, %) – 6664,1(proteasa, %)²

R² = 14.61 %

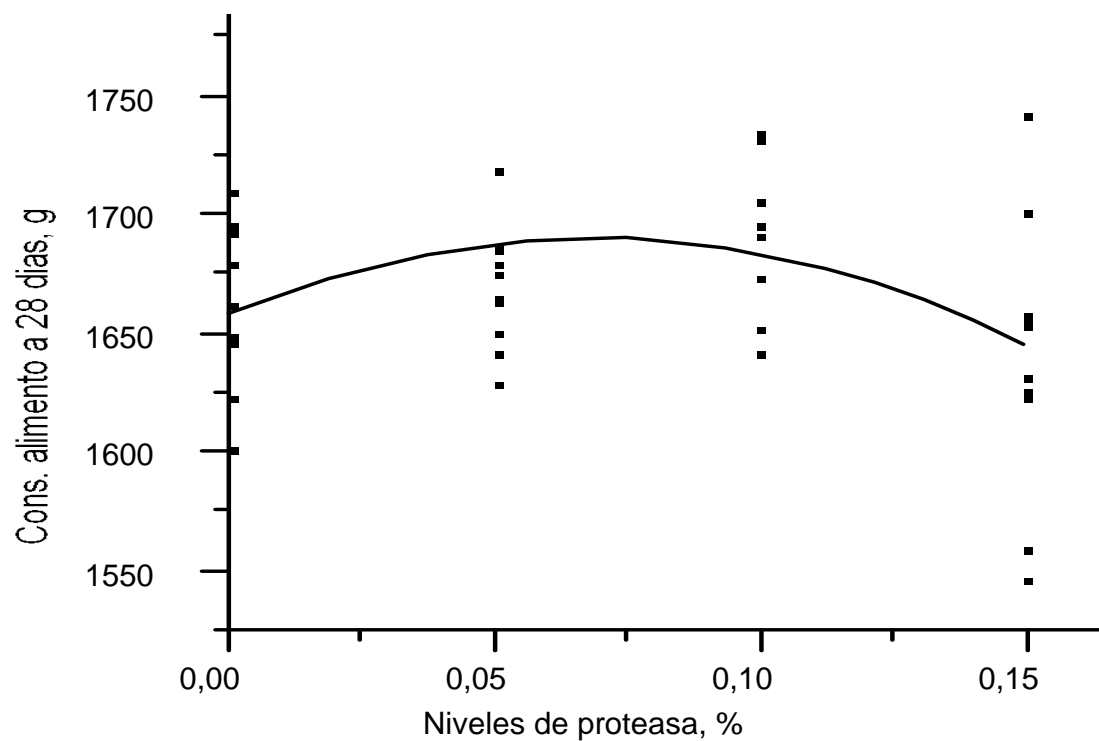


Gráfico 3. Comportamiento de los consumos de alimento de pollos parrilleros a los 28 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya.

mejor respuesta cuando se utilizó el balanceado con 0.10 % de proteasa, ya que los pollos requirieron de 1.266 kg de alimento para incrementar un kg de peso, que se incrementó ligeramente a 1.289, 1.301 y 1.320 kg de alimento para el mismo objetivo, cuando los animales consumieron el balanceado con 0.15, 0.05 y 0.0% de proteasa, mientras que de acuerdo al número de ensayo las conversiones alimenticias fueron similares con un valor de 1.295, por lo que retomando el comportamiento demostrado por los niveles de la enzima empleada, se establece que a pesar de presentar mejores pesos y mayores consumos de alimento, la conversión alimenticia es similar a la de los otros grupos considerados.

Estas respuestas son más eficientes que las determinadas por Flores, I (1999), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001) y Espinoza, A (2005), quienes reportan que necesitaron de 1.76, 1.85 y 1.75 kg de alimento por cada kg de incremento de peso (en su orden); mientras que guardan relación con los resultados alcanzados por Mazon, J (2000), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), que para el mismo objetivo emplearon 1.32, 1.37 y 1.35 kg de alimento, respectivamente, por lo que se puede considerar que la eficiencia del alimento esta ligada a la individualidad de los animales.

##### **5. Costo/kg de ganancia de peso**

Los costos por kg de ganancia de peso determinados por efecto de los niveles de proteasa empleados, así como por el número de ensayo, no fueron estadísticamente diferentes ( $P>0.05$ ), registrándose únicamente pequeñas diferencias numéricas entre estos, por cuanto los costos de producción fueron entre 0.518 y 0.528 dólares/kg de ganancia de peso, correspondiéndoles el menor costo al empleo de 0.10 % de proteasa, mientras que por el número de ensayo fue 0.523 dólares, diferencias que a pesar de ser mínimas, son importantes debido a que en las empresas avícolas dedicadas a la explotación de pollos parrilleros se manejan gran cantidad de aves por lote y por año, esta diferencia se transformaría en una cantidad importante.

## **6. Mortalidad**

La cantidad de bajas registradas en los diferentes grupos evaluados fueron similares, encontrándose valores que estuvieron entre 3.5 y 4.0 % (2 animales por tratamiento), por lo que se considera, que el empleo de la proteasa no se afectó viabilidad de los animales, por el contrario se obtuvieron buenos desarrollos corporales, y las bajas registradas se debió a la falta de control del microclima al inicio del estudio, por cuanto las mortalidades registradas se presentaron durante la primera semana de edad.

## **B. FASE DE ACABADO**

### **1. Peso final**

A los 49 días de edad, los pesos de los pollos registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) por efecto de los niveles de proteasa utilizados (cuadro 17), presentando los mayores pesos (3117.0 g) los animales que recibieron el balanceado con el nivel 0.10 %, seguidos de los que recibieron el nivel 0.05 % con un peso de 2990.00 g y los del grupo control con 2908.00 g, pero cuando se empleó el nivel 0.15 % los pesos de las aves fueron de apenas 2814.60 g, por lo que mediante el análisis de la regresión, se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa (gráfico 4), que determina que el peso de los pollos se incrementa por el uso de niveles de proteasa hasta el nivel 0.10 %, pero con niveles superiores (hasta el 0.15 %), en cambio tiende a reducirse, por lo que se considera que el nivel óptimo de empleo de la proteasa es hasta el 0.10 %, el mismo que favorece el metabolismo de los principales principios nutritivos proporcionados en las raciones a base de maíz-soya, para un mejor aprovechamiento por parte de las aves, por cuanto <http://es.wikipedia.org> (2006), señala que las proteasas rompen los enlaces peptídicos de las proteínas, hasta convertirlos en aminoácidos.

Los pesos de las aves a los 49 días por efecto del número de ensayo no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ), ya que estos fluctuaron entre 2957.10 y 2957.70 g, en el primero y segundo ensayo, respectivamente, valores que son su-

**Cuadro 17. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LA ETAPA DE ENGORDE (28 A 49 DIAS DE EDAD)**

Parámetros:	Niveles de proteasa (%)					Ensayos			
	0,00	0,05	0,10	0,15	Prob.	Primero	Segundo	Prob.	C.V.
Peso a los 28 días, g	1309,40 b	1331,80 ab	1390,20 a	1320,00 ab	0,0460	1337,60 a	1338,10 a	0,9810	4,94
Peso a los 49 días, g	2908,00 bc	2990,00 ab	3117,00 a	2814,60 c	0,0001	2957,10	2957,70	0,9880	4,14
Ganancia de peso, g	1598,60 ab	1658,20 ab	1726,80 a	1494,60 b	0,0120	1619,50	1619,60	0,9980	9,27
Consumo de alimento, g	3226,52 ab	3448,57 a	3497,39 a	3062,68 b	0,0070	3310,86	3306,73	1,0000	8,74
Conversión alimenticia	2,024	2,079	2,025	2,052	0,2560	2,046	2,044	0,9920	3,39
Costo/Kg ganancia de peso, \$	0,770	0,791	0,790	0,802	0,0870	0,788	0,789	0,9890	3,46
Mortalidad, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00		

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0.05: Existe diferencias significativas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ )

$$\text{Peso a 49 días, g} = 2884,28 + 5459,6 (\text{proteasa, \%}) - 38440 (\text{proteasa, \%})^2$$

$$R^2 = 39.12 \%$$

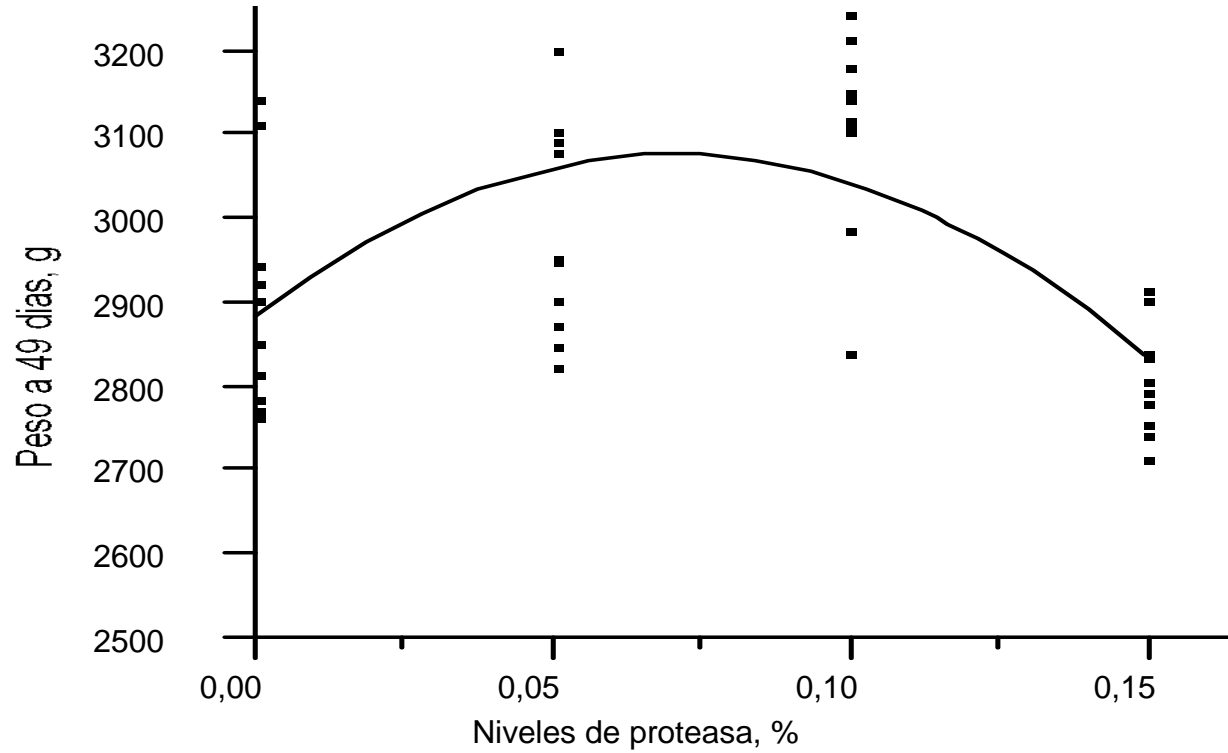


Gráfico 4. Comportamiento de los pesos de pollos parrilleros a los 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya.



periores respecto a otros estudios, entre los que se citan a los de Flores, I (1999), Cevallos, N (1999), Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes establecieron pesos al final de la etapa de engorde de 2.60, 2.53, 2.72, 2.61, 2.43, 2.55, 2.32, 2.55 y 2.57 kg, respectivamente, lo que denota que los animales del presente trabajo aprovecharon de mejor manera los nutrientes proporcionados, debido posiblemente a lo que se señala en la página <http://www.minag.gob.pe> (2006), en que a finales de la década de los noventa las líneas de los pollos de engorde se mejoraron genéticamente, presentando estos un alto rendimiento, a lo que se añade lo reportado por Carré, A (2004), quien indica que la importancia de una enzima capaz de aumentar la digestibilidad de las proteínas es crucial, debido a que del 20 al 25% de las proteínas presentes en los ingredientes para uso animal no se digieren, por lo que el uso de enzimas es una práctica común en las dietas avícolas elaboradas a base de maíz y pasta de soya, aunque algunas preparaciones enzimáticas comerciales, es arriesgada porque algunos autores sospechan que las preparaciones con alta actividad de proteasa también pueden tener un efecto negativo pues incrementan la digestión de las proteínas, incluidas las enzimas agregadas (Bedford, M. 1996), pero Gauthier, R (2006), manifiesta que no está convencido de esa teoría, pues la cantidad de sustrato que representa la proteína del alimento es inmensamente superior a los pocos gramos de enzimas adicionadas, las mismas que mejoran la digestibilidad de los nutrientes en los animales monogástricos, lo que se traduce en mejoras del peso corporal.

## **2. Ganancia de peso**

Las ganancias de peso presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de los niveles de proteasa empleados, consiguiéndose los mejores incrementos cuando se utilizó la enzima en el nivel 0.10 % (1726.80 g), mientras que la menor ganancia de peso (1494.60 g) se observó en los pollos que consumieron el balanceado que contenía el 0.15 % de proteasa, presentando los otros grupos incrementos de peso entre los anotados, por lo que comparten los dos rangos de significancia establecidos, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa, como se

reporta en el gráfico 5, que determina que los incrementos de peso tienden a mejorarse a medida que se incrementa los niveles de proteasa utilizados hasta el nivel 0.10 %, pero con niveles superiores, sus respuestas se reducen.

Las respuestas obtenidas pueden deberse a lo que señalan Noy, Y y Sklan, D. (1997), en que en una dieta elaborada a base de maíz y soya los sustratos que las enzimas deben atacar son el almidón, la proteína, la grasa y los oligosacáridos, siendo según Leeson S, et al (2001), en este tipo de dietas el problema la proteína, porque su digestibilidad no es muy alta, además existen amplias variaciones entre sus fuentes y dentro de una misma fuente, la presencia de factores, a lo que se suma la variabilidad en su digestibilidad, notándose por consiguiente que el nivel 0.10 % de proteasa favorece el metabolismo de los principios nutritivos proporcionados en las raciones a base de maíz-soya, por cuanto se mejora el comportamiento productivo de los pollos de engorde.

Respecto al número de ensayo, los incrementos de peso no fueron diferentes estadísticamente, ya que los valores registrados fueron de 1619.50 y 1619.60 g, en el primero y segundo ensayo respectivamente. Los resultados alcanzados tanto por efecto de los niveles de proteasa como por efecto del número de ensayo, guardan relación con los reportes de Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes en sus estudios determinaron ganancias de peso entre 1.50 y 1.81 kg, debido posiblemente a que en todos los trabajos citados, las dietas alimenticias se ajustaron a los requerimientos nutricionales, pero que las diferencias entre estos, pueden deberse al manejo proporcionado, así como las características genéticas e individuales de los animales que determinan su desarrollo corporal.

### **3. Consumo de alimento**

Las medias del consumo alimenticio en la fase de acabado presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) por efecto de los niveles de proteasa evaluados, estableciéndose que los pollos que recibieron el balanceado con 0.05

Gan. peso de 28 a 49 días, g = 1583,11 + 3890,2 (proteasa, %) – 29180 (proteasa, %)²

R² = 23.98 %

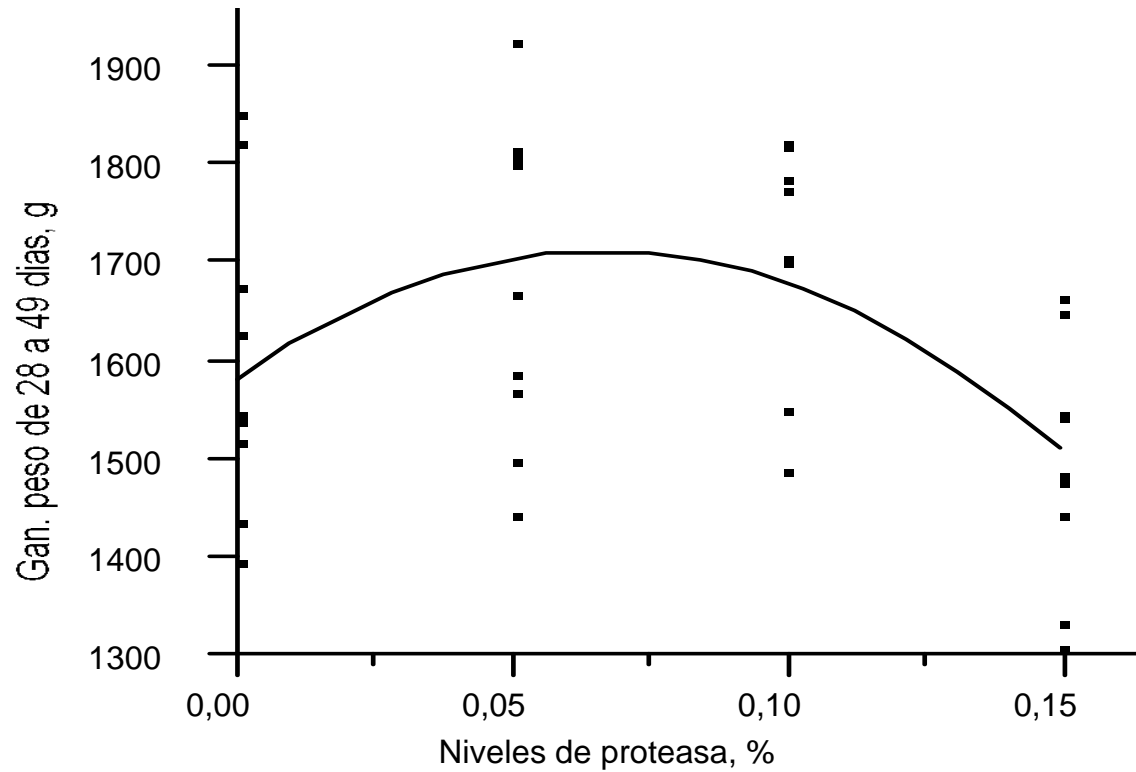


Gráfico 5. Comportamiento de las ganancias de peso de pollos parrilleros de los 28 a 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya.

y 0.10 % de proteasa presentaron los mayores consumos de alimento (3448.57 y 3497.39 g), debido a que estos presentaron mejores pesos e incrementos de peso, a diferencia de las aves que recibieron el alimento con 0.15 % de proteasa, que registraron menores pesos corporales por lo que su consumo también fue menor (3062.68 g), ratificándose por consiguiente lo que señalan Hruby, M y Pierson, E (2002), en que cuando se adiciona al alimento enzimas que contienen proteasa suelen generar muy buena ganancia de peso en los pollos de engorda, pero elevándose el consumo de alimento, como respuesta fisiológica, ya que a mayor peso mayor será el consumo de alimento.

Mediante el análisis de la regresión, se estableció que por efecto de los niveles de proteasa utilizados, el consumo de alimento presentó una tendencia cuadrática altamente significativa (gráfico 6), que determina que el consumo de alimento tiende a incrementarse cuando se utiliza hasta el nivel 0.10 %, pero con niveles superiores este se reduce, aunque al parecer esta tendencia tiene una relación directa con el peso corporal, por cuanto el empleo del 0.10 % de proteasa favoreció el desdoblamiento de los aminoácidos presentes en las dietas, las mismas que fueron mejor aprovechadas por los pollos para incrementar de mejor manera sus pesos corporales que aquellos que recibieron el nivel 0.15 %.

Con relación al número de ensayo, las respuestas obtenidas fueron similares, ya que se registraron consumos de 3310.86 y 3306.73 g por ave, en el primero y segundo ensayo, respectivamente; considerándose que estos consumos guardan relación con los reportados por Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes en sus estudios, indicaron que durante la fase de acabado los pollos consumieron entre 3.14 y 3.52 kg de alimento.

#### **4. Conversión alimenticia**

Cons. alimento 28 - 49 días,  $g = 3211,01 + 8965,83 (\text{proteasa, \%}) - 65675 (\text{proteasa, \%})^2$   
Las respuestas de la conversión alimenticia por efecto de los niveles de proteasa, así como por el número de ensayos no presentaron diferencias estadísticas, aunque numéricamente se observaron pequeñas diferencias, por cuanto se determinaron que los pollos requirieron entre 2.024 y 2.079 kg de alimento por kg

Cons. alimento 28 - 49 días, g = 3211,01 + 8965,83 (proteasa, %) – 65675 (proteasa, %)²

R² = 30.13 %

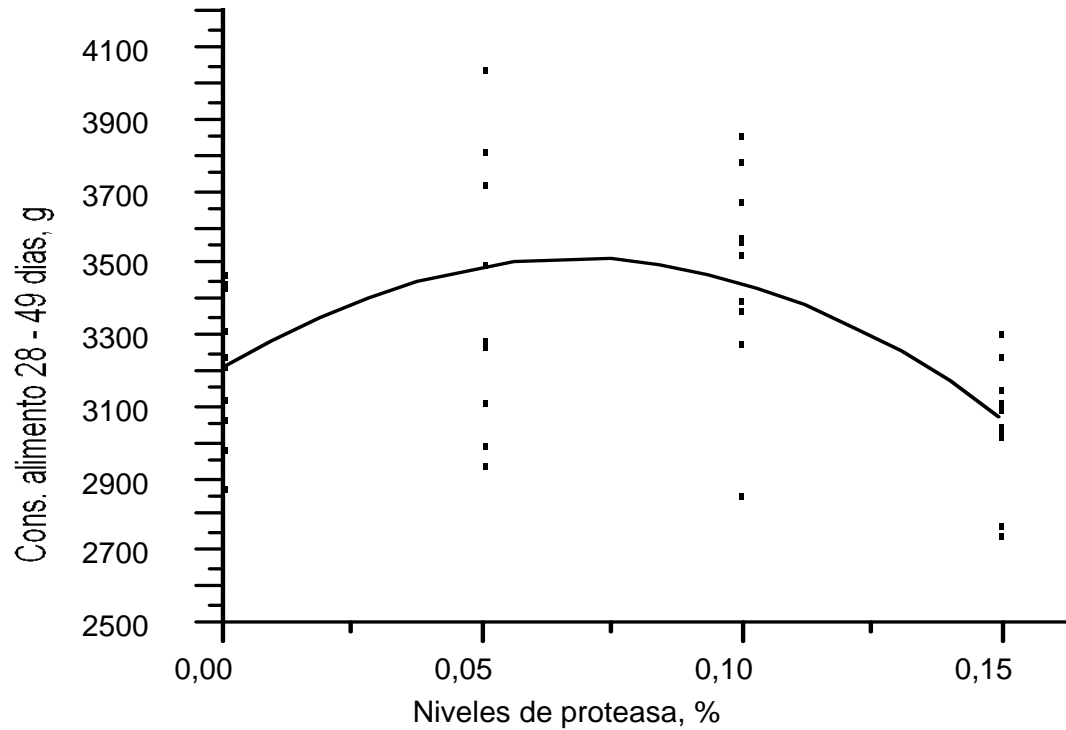


Gráfico 6. Comportamiento del consumo de alimento de pollos parrilleros de los 28 a 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya

de ganancia de peso, existiendo entre estas una diferencia de apenas 55 g de alimento por kg de peso, esto por efecto de los niveles de proteasa empleados, en cambio, de acuerdo al número de ensayo, los valores encontrados fueron de 2.046 y 2.044, respuestas que guardan relación con las obtenidas por Chabla, J (2000), Espinoza, J (2001), Espinoza, A (2005) y Torres, L (2005), quienes establecieron conversiones alimenticias de 2.01, 2.04, 2.02 y 2.09, respectivamente, en cambio que presentan ser más eficientes que las determinadas por Cevallos, N (1999), Mazon, J (2000) y Tapia, J (2005), que reportan que en sus estudios los pollos consumieron 2.33, 2.14 y 2.26 kg de alimento por cada kg de incremento de peso, en su orden, diferencias que pueden deberse a la individualidad de los animales para aprovechar el alimento suministrado.

##### **5. Costo/kg de ganancia de peso**

Los costo/kg de ganancia de peso por efecto de los niveles de proteasa empleados así como por efecto del número de ensayos, las medias determinadas no fueron diferentes estadísticamente ( $P>0.05$ ), sin embargo numérica se encontraron pequeñas variaciones, que fluctuaron entre 0.770 y 0.802 dólares por kg de ganancia de peso, que corresponden a los pollos que recibieron el balanceado control y de los animales que recibieron el alimento con 0.15 % de proteasa, mientras que por el factor ensayo, los costos de producción fueron similares, estableciéndose costos de producción de 0.788 y 0.789 dólares por kg de incremento de peso, notándose por consiguiente que los costos de producción no se elevan considerablemente por efecto de los niveles de proteasa utilizados, no así con respecto a los pesos e incrementos de peso, que presentaron mejores respuestas con el empleo del 0.10 %.

##### **6. Mortalidad**

En la presente fase no se registró ninguna baja, por lo que se considera que la adición de la enzima Allzyme Vegpro no afectó el comportamiento biológico de los animales.

## **C. ETAPA TOTAL (1 – 49 DÍAS DE EDAD)**

### **1. Ganancia de peso**

Las ganancias de peso totales presentaron diferencias significativas altas ( $P < 0.01$ ) entre las medias determinadas por efecto de los niveles de proteasa utilizados (cuadro 18), encontrándose la mejor respuesta cuando se utilizó el nivel 0.10 % con un incremento total de peso de 3071.40 g, seguida de los que recibieron el nivel 0.05 %, con ganancias de peso de 2944.37 g/animal, mientras que el menor incremento de peso (2769.20 g) se registró con el empleo de 0.15 %, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática (gráfico 7), que determina que el incremento de peso tiende a incrementarse con el empleo de hasta el nivel 0.10 %, pero se reducen cuando se emplean niveles superiores, lo que concuerda con Hruby, M y Pierson, E (2002), quienes demostraron que las mezclas de enzimas que contienen proteasa suelen generar muy buena ganancia de peso en los pollos de engorda, debido a que el empleo de la proteasa mejora la digestibilidad de los aminoácidos contenidos en las raciones a base de maíz- soya, por cuanto Slominsky, B (2002), calcula que del 20 al 25% de la proteína total de los ingredientes no se digiere, por lo que Noy, Y y Sklan, D (1997), indican que las enzimas incorporadas al alimento deben atacar a la proteína, la grasa y los oligosacáridos, para que estos sean desdoblados y puedan ser digeridos por los animales.

Según el número de ensayo, los valores encontrados fueron similares, pues se registraron incrementos de peso entre 2911.51 y 2912.20 g/animal, debido posiblemente a que en los dos ensayos, las condiciones de manejo y control fueron similares. Estas respuestas son superiores a las determinadas por Cevallos, N (1999), Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes en sus estudios determinaron incrementos de peso entre 1.94 y 2.68 kg, señalando que estas diferencias pueden deberse principalmente a los componentes nutricionales de las dietas en estudio, así como a la individualidad de los animales y al manejo suministrado.

**Cuadro 18. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE (1 A 49 DIAS DE EDAD)**

Parámetros:	Niveles de proteasa (%)				Prob.	Ensayos		Prob.	C.V.
	0,00	0,05	0,10	0,15		Primero	Segundo		
Peso inicial, g	45,55	45,63	45,60	45,40	0,8690	45,59	45,50	0,6700	1,45
Peso 56 días, g	2908,00 bc	2990,00 ab	3117,00 a	2814,60 c	0,0001	2957,10	2957,70	0,9880	4,14
Ganancia de peso, g	2862,45 bc	2944,37 ab	3071,40 a	2769,20 c	0,0001	2911,51	2912,20	0,9860	4,20
Consumo de alimento, g	4891,46 ab	5119,28 a	5198,92 a	4703,35 b	0,0020	4979,20	4977,30	0,9830	5,65
Conversión alimenticia	1,712	1,737	1,691	1,697	0,1910	1,710	1,709	0,9750	2,930
Costo/Kg gan de peso, \$	0,661	0,672	0,671	0,673	0,4650	0,669	0,670	0,9340	2,810
Peso a la canal, g	2157,74 bc	2227,44 ab	2322,68 a	2088,07 c	0,0001	2200,04	2197,93	0,9400	4,02
Rendimiento a la canal, %	74,21	74,49	74,52	74,19	0,3890	74,40	74,31	0,6360	0,34
I.E.E.	364,01 b	367,86 b	393,70 a	354,25 b	0,0001	367,91	371,99	0,4350	4,41
Mortalidad, %	4,00	4,00	3,50	4,00		4,00	3,50		



$$\text{Gan. peso total, g} = 2838,73 + 5456,36 (\text{proteasa, \%}) - 38412 (\text{proteasa, \%})^2$$

$R^2 = 39.13 \%$

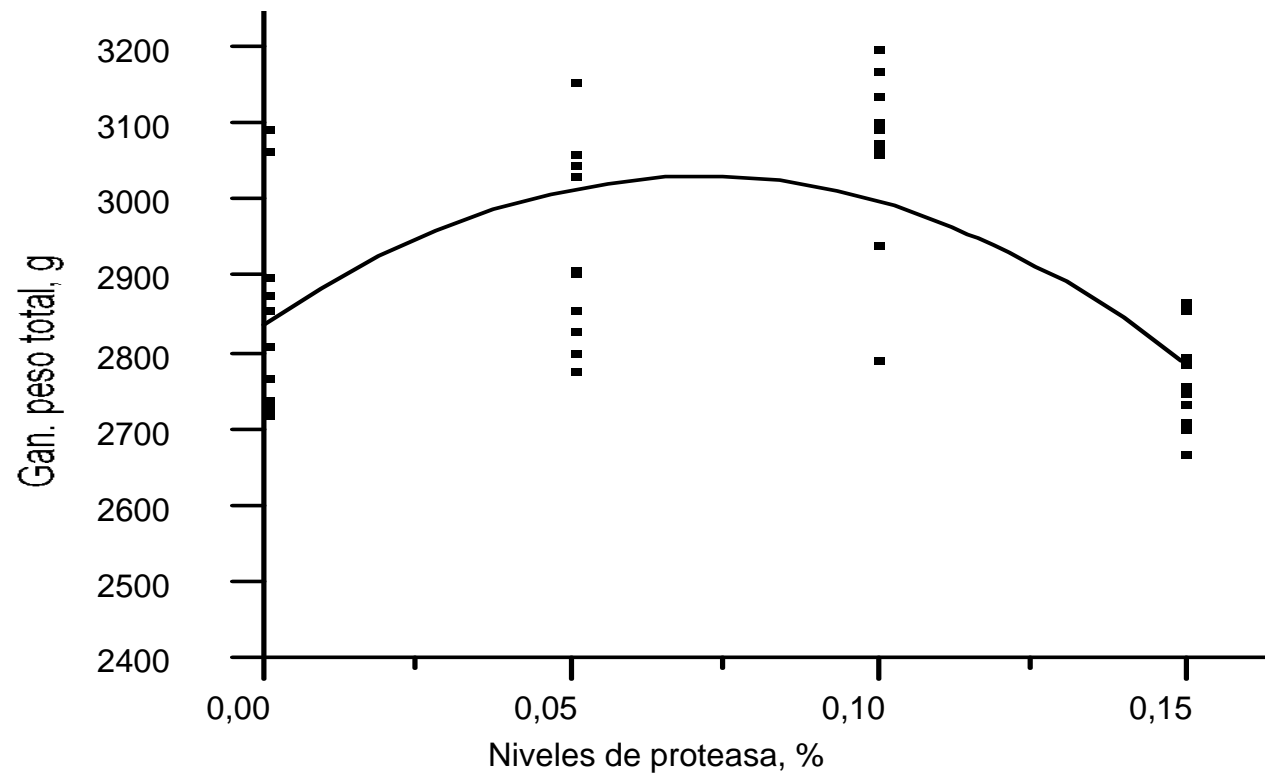


Gráfico 7. Comportamiento de la ganancia de peso total de pollos parrilleros (1 a 49 días de edad, g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya

## **2. Consumo de Alimento**

En los consumos totales de alimento, las medias determinadas por efecto de los niveles de proteasa empleados presentaron diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ), registrándose los mayores consumos (5119.28 y 5198.92 g) en las aves que recibieron el balanceado con 0.05 y 0.10 % de proteasa, mientras que cuando se elevó a 0.15 %, los pollos presentaron el menor consumo (4703.35 g), por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática significativa (gráfico 8), que puede ser efecto de lo que reportan Hruby M y Pierson, E (2002), en que cuando se adiciona al alimento la enzima proteasa suele generar muy buena ganancia de peso, pero se elevan el consumo de alimento, por cuanto los animales requerirán de un mayor consumo de alimento para cubrir sus requerimientos nutritivos.

Entre ensayos las diferencias de consumo de alimento son pequeñas, por cuanto se establecieron valores de 4979.20 y 4977.30 g, en el primero y segundo, respectivamente. Los consumos de alimento registrados (entre 4.7 y 5.2 kg) se encuentran entre los indicados por Cevallos, N (1999), Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes determinaron consumos de alimento entre 4.00 y 5.00 kg, por lo que se considera que las diferencias entre estudios pueden estar supeditados a los diferentes tipos de manejo, tipos de raciones alimenticias, individualidad de los animales, así como al peso final de los animales, ya que se ha comprobado que un animal con mayor peso final consumirá una mayor cantidad de alimento.

## **3. Conversión Alimenticia**

Las conversiones alimenticias registradas por los pollos por efecto del suministro de balanceado con diferentes niveles de proteasa no fueron estadísticamente diferentes, aunque numéricamente se establece una mejor eficiencia del alimento cuando se utilizó el nivel 0.10 % a diferencia del nivel 0.05 %, ya que requirieron de 1.691 y 1.737 kg de alimento por kg de ganancia de peso, respectivamente, que son los dos casos extremos, mientras que por efecto del número de ensayo,

Cons. alimento total, g = 4870,11 + 9881,46 (proteasa, %) – 72339,1 (proteasa, %)²

R² = 35.24 %

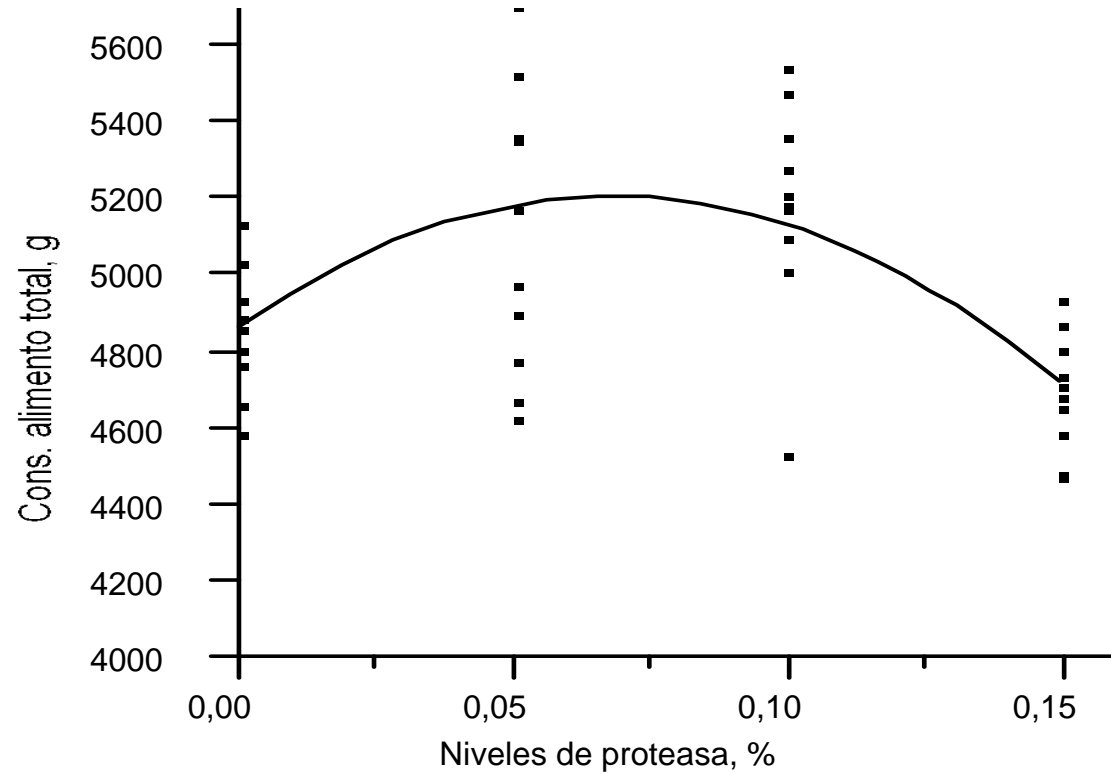


Gráfico 8. Comportamiento del consumo total de pollos parrilleros hasta los 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya

las conversiones alimenticias determinadas fueron 1.710 y 1.709, respuestas que son más eficientes que las reportadas por Flores, I (1999), Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes en sus estudios obtuvieron conversiones alimenticias de 1.75, 1.83, 1.95, 1.98, 1,82, 1.95, 1.92 y 1.81, en su orden, notándose que entre los estudios, las respuestas son diferentes y pueden deberse al tipo de manejo y en especial a las dietas alimenticias empleadas ya que en todos los estudios fueron distintas, aunque se ajustaron a los requerimientos nutritivos de los animales.

#### **4. Costo/kg de ganancia de peso**

Las medias del costo/kg de ganancia de peso no fueron diferentes estadísticamente por efecto del suministro de balanceado con diferentes niveles de proteasa, así como por efecto del número de ensayos, aunque numéricamente se observó pequeñas diferencias numéricas, por cuanto los valores determinados fluctuaron entre 0.661 y 0.673 dólares por kg de ganancia de peso, observándose que el costo de producción se eleva ligeramente cuando se utiliza la proteasa, por cuanto el menor costo corresponde a los resultados del grupo control, mientras que entre ensayos los costos fluctuaron entre 0.669 y 0.670 dólares/kg de ganancia de peso, considerándose por tanto que el nivel 0.10 % presenta mejores resultados, ya que se logró incrementar los pesos, la ganancia de peso, mejorar la conversión alimenticia, aunque los costos de producción son similares a los otros tratamientos considerados.

#### **5. Pesos a la canal**

Los pesos a la canal presentaron diferencias estadísticas altas ( $P < 0.01$ ) entre las medias alcanzadas por efecto de los diferentes niveles de proteasa empleados en el balanceado, por cuanto de un peso obtenido de 2157.74 g de los pollos del grupo control, este fue mayor a medida que se incrementó los niveles de proteasa, así: 2227.44 y 2322.68 g, con el empleo de los niveles 0.05 y 0.10 %, pero cuando se utilizó el nivel 0.15 %, los pesos alcanzados descendieron aún por debajo del grupo control, por lo que este comportamiento es ratificado mediante el

análisis de la regresión que estableció una tendencia cuadrática altamente significativa como se observa en el gráfico 9.

De acuerdo al factor ensayo, los pesos a la canal fluctuaron entre 2197.93 y 2200.04 g, respuestas que son superiores a las respuestas reportadas por Cevallos, N (1999), Chabla, J (2000), Mazon, J (2000), Espinoza, J (2001), Molina, J (2001), Espinoza, A (2005), Tapia, J (2005) y Torres, L (2005), quienes en sus estudios evaluaron la adición en la ración de pollos de engorda diferentes aditivos y materias primas no tradicionales como la enzima Allzyme Vegpro, varios probióticos (Lacture, Yeasture y Cenzyne), niveles de zanahoria amarilla como pigmentante (0.0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8%), niveles de torta de palma (palmiste); niveles de cloruro de colina, crianza bajo invernadero y galpón, tiempos de restricción alimenticia, balanceado Nutril en presentaciones de pellets, polvo y desmoronado; y niveles de ácido ascórbico, respectivamente, encontrando pesos a la canal que estuvieron entre 1.77 y 2.04 kg, por lo que se puede indicar que la superioridad del presente trabajo se debe en gran parte a los pesos finales alcanzados, que se ve favorecido por el empleo del 0.10 % de proteasa que mejora la digestibilidad de los aminoácidos debido a lo que señalan Noy, Y y Sklan, D (1997), quienes manifiestan que las enzimas incorporadas al alimento deben actuar sobre la proteína, la grasa y los oligosacáridos, para que estos sean desdoblados y presenten mayor facilidad para ser digeridos por los animales, que se verá reflejado en el incremento del desarrollo corporal y por consiguiente presentarán mejores pesos.

## **6. Rendimiento a la canal**

Para el rendimiento a la canal no se establecieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos estudiados, registrándose valores que variaron ligeramente entre 74.19 y 74.52 %, que corresponden a las canales obtenidas de las aves que recibieron el balanceado con 0.15 y 0.10 % de proteasa, respectivamente, mientras que por efecto del número de ensayo fueron entre 74.31 y 74.40 %, valores que presentan ser inferiores con relación a los estudios de Flores, I (1999) y Mazon, J (2000), quienes encontraron rendimientos a la canal de 75.16 y 75.20 %, en cambio guardan relación con los estudios de

$$\text{Peso a la canal, g} = 2139,97 + 4337,07 (\text{proteasa, \%}) - 30430,8 (\text{proteasa, \%})^2$$

$$R^2 = 43.11 \%$$

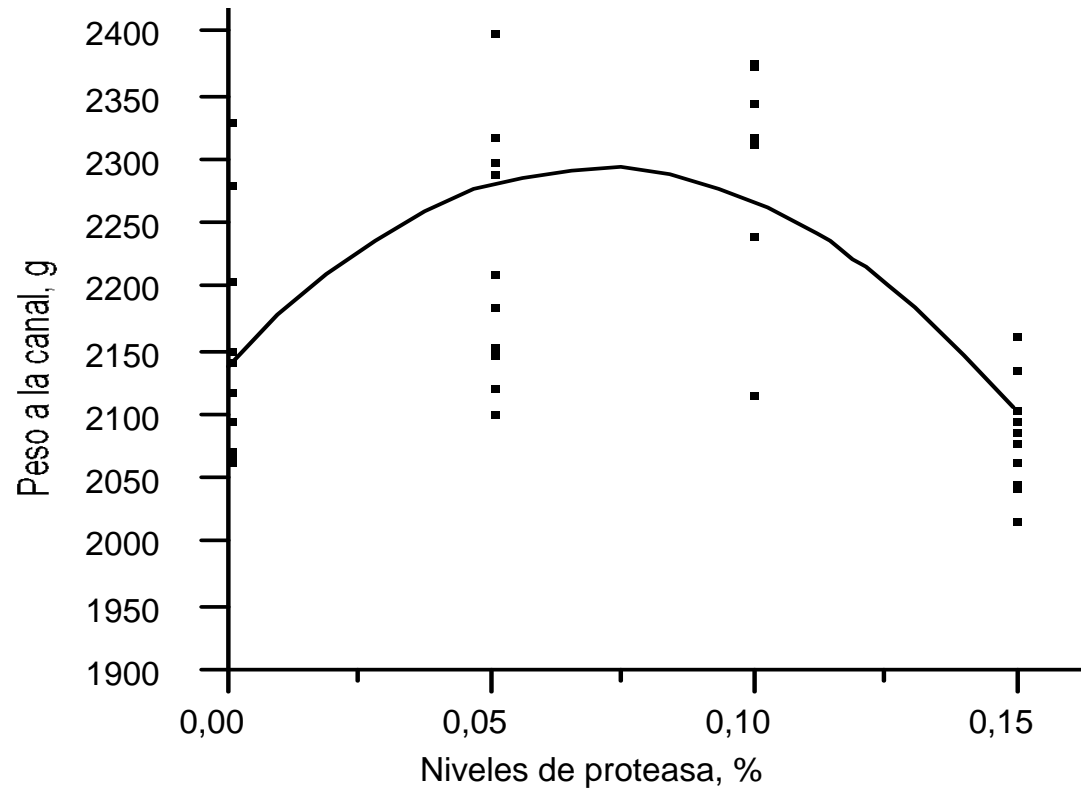


Gráfico 9. Comportamiento del peso a la canal de pollos parrilleros a los 49 días de edad (g), por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya

Cevallos, N ( 1999), Chabla, J (2000) y Torres, L (2005), quienes indicaron haber alcanzado rendimientos de hasta 74.25, 74.19 y 74.73 %, respectivamente, por lo que se puede indicar que a los pollos del presente trabajo se les propicio un manejo adecuado, por cuanto los valores determinados se enmarcan dentro de los resultados citados.

## **7. Índice de Eficiencia Europea**

El valor del Índice de Eficiencia Europea (IEE) determinado en los animales que recibieron el balanceado con 0.10 % de proteasa presentó un valor de 393.70, que es diferente estadísticamente con respecto a los otros grupos evaluados que presentaron menores respuestas y que fluctuaron entre 354.25 y 367.86, que corresponden a los pollos de los grupos que recibieron los niveles 0.15 y 0.05 %, en su orden, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa (gráfico 10); en cambio, por efecto del número de ensayo los valores determinados fueron de 367.91 y 371.99 para el primero y segundo ensayo, respectivamente; por consiguiente se denota que el nivel 0.10 % de proteasa, propició un mejoramiento del comportamiento de los pesos, de la viabilidad y la conversión alimenticia, por lo que se concuerda con Estrada (2005), quien indica que mientras mayor es el IEE existe un mejor manejo en lo referente a los componentes indicados, por lo que se considera beneficioso para la salud y productividad de los pollos parrilleros, suministrar hasta el nivel 0.10 %.

## **8. Mortalidad**

Con respecto a la mortalidad total, le correspondió la registrada en la etapa inicial, por cuanto en la etapa final o de acabado no se registraron bajas, estableciéndose por consiguiente valores que estuvieron entre 3.5 y 4.0 % (2 animales muertos por tratamiento), por lo que se considera, que el empleo de la proteasa no se afectó viabilidad de los animales, por el contrario se obtuvo buenos desarrollos corporales, y las bajas registradas se debieron a la falta de control del microclima al inicio del estudio, por cuanto las mortalidades registradas se presentaron durante la primera semana de edad.

$$\text{Indice Eficiencia Europeo} = 359,643 + 642,698 (\text{proteasa, \%}) - 4330,6 (\text{proteasa, \%})^2$$

$R^2 = 27.29 \%$

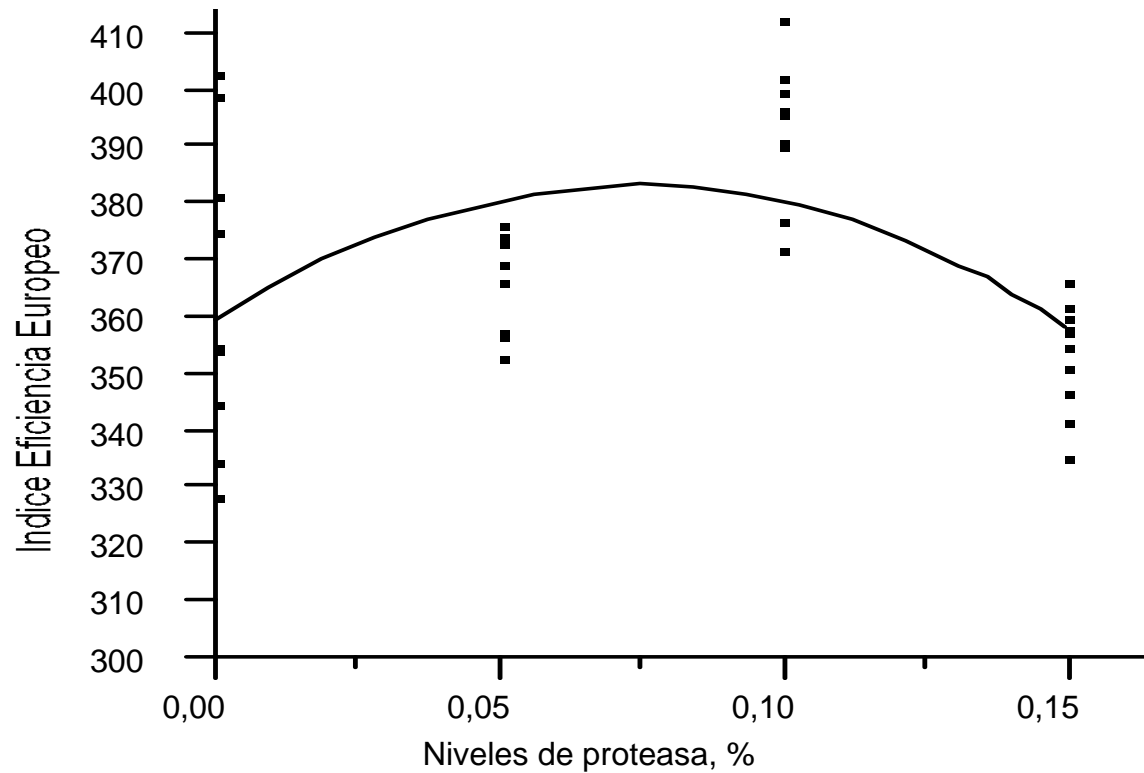


Gráfico 10. Comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo de pollos parrilleros a los 49 días de edad, por efecto de diferentes niveles de proteasas para la asimilación de la torta de soya



#### **D. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Mediante el análisis económico realizado a través del indicador beneficio/costo que se reporta en el cuadro 19, se encontró que la mayor rentabilidad en la explotación de pollos parrilleros se alcanzó cuando se utilizó alimento con 0.10 % de proteasa, por cuanto su beneficio/costo fue de 1.32, que determina que por cada dólar invertido se tiene una utilidad de 32 centavos (32 % de rentabilidad), reduciéndose ligeramente a 31 y 30 centavos de dólar cuando se empleó el balanceado con 0.05 y 0.00 % de proteasa, respectivamente, mientras que la menor rentabilidad se registró en los animales que se les suministró el alimento con 0.15 % de proteasa, cuyo beneficio/costo fue de 1.27 (27 % de rentabilidad), En cambio por efecto del número de ensayo, los beneficios/costos determinados fueron de 1.313 y 1.312, que representan rentabilidades de 31 %, por lo que se aduce un comportamiento similar entre ensayo, no así, respecto al uso de los niveles de proteasa, por cuanto se registró un efecto favorable con el empleo del nivel 0.10 %, en cambio que cuando se incrementó al 0.15 %, sus respuestas obtenidas tanto económicas como productivas se redujeron, pero que en todo caso las rentabilidades alcanzadas superan las tasas de interés vigentes, por lo que hace de esta actividad zotécnica una empresa atractiva, cuando se aplica un manejo técnico y sostenible.

**Cuadro 19. EVALUACION ECONOMICA DE LA EXPLOTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEASA PARA LA ASIMILACIÓN DE LA TORTA DE SOYA DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE (1 A 49 DIAS DE EDAD)**

Parámetros:	Niveles de proteasa (%)				Ensayos	
	0,00	0,05	0,10	0,15	Primero	Segundo
<b>EGRESOS</b>						
Número de aves	100	100	100	100	200	200
Compra de aves	1	40,000	40,000	40,000	40,000	80,000
Alimento	2	189,205	197,874	206,161	186,712	385,093
Insumos Veterinarios	3	20,000	20,000	20,000	20,000	40,000
Mano de obra	4	50,000	50,000	50,000	50,000	100,000
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>299,205</b>	<b>307,874</b>	<b>316,161</b>	<b>296,712</b>	<b>605,093</b>
<b>INGRESOS</b>						
Venta de aves	5	379,763	392,030	408,792	367,500	774,414
Pollinaza	6	10,000	10,000	10,000	10,000	20,000
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>389,763</b>	<b>402,030</b>	<b>418,792</b>	<b>377,500</b>	<b>794,414</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,30</b>	<b>1,31</b>	<b>1,32</b>	<b>1,27</b>	<b>1,313</b>

1: \$0,40 cada pollito de un día de edad

2: Costo del alimento

Balanceado con 0,0 % proteasa: \$0,40 kg crecimiento \$ 0,38 acabado

Balanceado con 0,05 % proteasa: \$0,40 kg crecimiento \$ 0,38 acabado

Balanceado con 0,10 % proteasa: \$0,41 kg crecimiento \$ 0,39 acabado

Balanceado con 0,15 % proteasa: \$0,41 kg crecimiento \$ 0,39 acabado

3: \$ 10,00 por tratamiento

4: \$50.00 jornalero mes

5: \$1.76 kg de canal

6: \$10 venta pollinaza por tratamiento

## **V. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos, permiten señalar las siguientes conclusiones:

1. Con la inclusión de 0.10 % de proteasa en el alimento para pollos parrilleros se mejoraron estadísticamente los pesos, ganancias de peso, consumo de alimento, peso a la canal y los Índices de Eficiencia Europea, en cambio cuando se incrementó este nivel las respuestas se redujeron notablemente.
2. En la etapa inicial (hasta los 28 días de edad), con el empleo de 0.10 % de proteasa en el alimento se registraron pesos de 1.39 kg, con incrementos de peso de 1.34 kg, consumos de alimento de 1.70 kg, y una conversión alimenticia de 1.27 y un costo/kg de ganancia de peso de 0.52 dólares.
3. Las mejores respuestas en la etapa final (28 a 49 días de edad), obtenidas fueron de 3.11 kg en el peso final, una ganancia de peso de 1.73 kg, con una conversión alimenticia de 2.03 y un costo/kg de ganancia de peso de 0.79 dólares, obtenidas con el empleo del 0.10 % de proteasa.
4. En el comportamiento total, con el nivel mencionado, se lograron incrementos de peso de hasta 3.07 kg, conversiones alimenticias de 1.69, pesos y rendimientos a la canal de 2.32 kg y 74.52 % y un Índice de Eficiencia Europeo de 393.70.
5. Por efecto del número de ensayos las respuestas obtenidas fueron similares debido a que se empleó en los dos ensayos, el mismo manejo, control microambiental y sanitario, por lo que sus diferencias fueron mínimas.
6. Respecto al análisis económico, la mayor rentabilidad (32 %) se alcanzó al emplearse el nivel 0.10 % de proteasa, en cambio cuando se elevó el nivel de enzima al 0.15 %, su rentabilidad se redujo en 5 unidades (27 %).

## **VI. RECOMENDACIONES**

De los resultados indicados, las recomendaciones que se pueden realizar son las siguientes:

1. Emplear en la alimentación de pollos de parrilleros durante las fases inicial y de acabado raciones alimenticias a base de maíz y soya con la inclusión de 0.10 % de proteasa, por cuanto se logró mejorar la asimilación de la proteína de la torta de soya, por cuanto estos animales presentaron mejores respuestas productivas, menores costos de producción y se elevó su rentabilidad (32 %).
2. Evaluar diferentes relaciones de maíz y soya con la utilización de 0.10 % de proteasa, para determinar los niveles óptimos de asimilación de los nutrientes y establecer sus requerimientos nutritivos verdaderos para nuestra región.
3. Replicar el presente trabajo, pero en diferentes zonas climáticas, o en empresas que dispongan diferentes microclimas en la explotación de pollos, para verificar si los resultados obtenidos se confirman o varían, para de esta manera ir generando nuestra tecnología, acorde a nuestras condiciones climáticas.

## VII. LITERATURA CITADA

1. AGRODISA. 2001. Normas de alimentación y manejo de pollos de engorde. Quito, Ecuador. Edit. AGRODISA. pp 2 – 15.
2. ÁVILA, G. 2002. Utilización práctica de enzimas como aditivos para aves. Los avicultores y su entorno, sn. México D.F, México. Edit. BM Editores S.A. pp. 40-43.
3. BEDFORD, M, SILVERSIDES, F, COWAN, W. 2001. Process Stability and Methods of Detection of Feed Enzymes in Complete Diets. sn. USA. Edit. CAB International. Pp 28 – 32.
4. BEDFORD, M. 1996. Enzymes in Poultry and Swine Nutrition. Proceedins of the First Chinese. Symposium on Feed Enzymes. sn. USA. Edit. International Development Research Centre. Suppl. 1 p 39.
5. CARRÉ, A. 2004. Causes for variations in digestibility of starch among feedstuffs. sn. USA. Edit. World's Poultry Science Journal. pp 60:76-89.
6. CEVALLOS, N. 1999. Efecto de 3 probióticos (Lacture, Yeasture y Cenzyne) en cria y acabado de pollos de carne. Artículo científico. Facultad Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. Resumen. p 1.
7. CHABLA, J. 2000. Utilización de diferentes niveles de zanahoria amarilla en la producción de pollos de ceba. Artículo científico. Facultad Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. p 1.
8. CHOCT M. 1997. Feed non-starch polysaccharides: chemical structure and nutritional significance. Feed Ingredient. sn. Asia, Singapore. Edit. International Development Research Centre. Suppl. 1 p 45.
9. DANICKE S, SIMON, O, JEROCH, H, BEDFORD, M. 1997. Interactions between dietary fat type and xylanase supplementation when rye based

diets are fed to broiler chickens. I: Physico-chemical chyme features. sn. USA. Edit. British Poultry Science, pp 537 - 545.

10. DOUGLAS, M Y PARSONS, C. 2000. Effect of Various Soybean Meal Sources and Avizyme on Chick Growth Performance and Ileal Digestibility Energy. sn. USA. Edit. Journal Appl. Poultry. pp. 74 – 80.
11. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2006. Formulación de las raciones experimentales. Planta de Balanceados, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.
12. ECUADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG). 2006. Anuarios Meteorológicos, Bucay, Ecuador.
13. ESPINOZA, A. 2005. Restricción cuantitativa de alimentación para el control del síndrome ascítico en pollos parrilleros. Tesis de Grado. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. ESPOCH. p 83.
14. ESPINOZA, J. 2001. Cloruro de colina en dietas para cría y engorde de pollos parrilleros. Tesis de Grado. Facultad Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. pp. 29 – 64.
15. FLORES, I. 1999. Uso de la enzima Allzyme vegpro en dietas para pollos parrilleros. Tesis de Grado. Facultad Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. pp. 22 – 79.
16. FREEMAN C. 1998. The digestion, absorption and transport of fat. Non-ruminants, Fats and Animal Nutrition. sn. Butterworths, London. Edit. J. Wiseman. pp 85-85.
17. GERBER, B, SIEGMUND, E, DUMM, E. The pH dependance of lipase and trypsin activity sn. USA. Edit. Dtsch Z Verdau Stoffwechselkr, pp 190-193.

18. GHAZI, S., ROOKE, J, GALBRAITH, H, BEDFORD, M. 2002. The potential for the improvement of the nutritive value of soya-bean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels. sn. USA. Edit. British Poultry Science pp 70 -77.
19. HRUBY, M Y PIERSON, E. 2002. Implications of enzyme use in corn/sorghum/soy diets on performance, nutrient utilization and gut microflora. Proceedings of the Multi-State Poultry Feeding & Nutrition. sn. Indianapolis, Indiana. Edit. British Poultry Science pp 92 -94.
20. <http://educacion.uanl.mx>. 2006. Molina, C, Escobar, V, Gamboa, J, Cadena, E, Orellana, F y Piña, P. Estrategia de Alimentación de Acuerdo a la Demanda Fisiológica del Juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boone)
21. <http://es.wikipedia.org>. 2006. Enzima - Wikipedia, la enciclopedia libre.
22. <http://es.wikipedia.org>. 2006. Peptidasa - Wikipedia, la enciclopedia libre.
23. <http://es.wikipedia.org>. Glycine max - Wikipedia, la enciclopedia libre.
24. <http://ipmworld.umn.edu>. 2006. Hammond, R. MIP de Insectos de la Soya. Centro de Desarrollo e Investigación Agrícola de Ohio. Universidad del Estado de Ohio, USA.
25. <http://www.agronegocios.gob.sv>. 2006. Informe técnico sobre CAF para el TLC con USA.
26. <http://www.alimentosvivos.com>. 2006. Rivera, M. El Lucero de Puerto Rico. Las enzimas
27. <http://www.ceba.com>. 2004. Ceba, manual pollo de engorde y gallinas de postura.

28. <http://www.fino.com.bo> 2004. Harina (Torta) De Soya Por Solvente – Subproductos.
29. <http://www.geocities.com>. 2002. Salvador, F y Sobrio, F. Utilización de enzimas exógenas en Aves.
30. <http://www.geocities.com>. 2004. Ray Del Pino. Traducción del Artículo: Improving Feed Conversion in Broilers: A Guide for Growers. Vest, Extension Poultry Scientists. The University of Georgia Cooperative Extension Service.
31. <http://www.infoagro.gov.bo>. 1997. Villalobos, J y Espejo, J. 1997. Recomendaciones técnicas para el cultivo de la soya. Santa Cruz – Bolivia.
32. <http://www.infoagro.gov.bo>. 2006. La Casa de la Agricultura de Bolivia. El cultivo de la soya.
33. <http://www.inta.gov.ar>. 2001. Suárez, A. Soja desactivada para la alimentación de aves.
34. <http://www.jefo.ca>. 2006. Gauthier, R. Las Enzimas en los Alimentos para Aves Elaborados con Maíz, Sorgo y Soya.
35. <http://www.minag.gob.pe>. 2006. Pecuaria – Aves. Ministerio de Agricultura. República del Perú.
36. <http://www.monografias.com>. 2006. Quispe, E. Formulación de Raciones.
37. <http://www.sica.gov.ec>. 2006. Crianza de broilers.
38. <http://www.sica.gov.ec>. 2006. Proyecto SICA, MAG-SPIS, CONAVE. Impacto del fenómeno de el Niño en la cadena agroalimentaria de: maíz Duro - Soya - Avicultura



39. <http://www.solomujeres.com>. 2006. Enzimas: La solución para una larga vida.
40. <http://www.tdx.cesca.es>. 2002. Ouhida, M y Ben, I. Evaluación de complejos enzimáticos en la mejora del valor nutritivo de cereales y leguminosas en la alimentación de pollos en crecimiento. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
41. IBRO. 1998. Guía de manejo de pollos. sn. Quito, Ecuador. Edit. Ibro. Pp 2 – 10.
42. IRISH, G, Barbour, G, Classen, H. Tyler, R, Bedford, M. 1995. Removal of the  $\beta$ -galactosides of sucrose from soya bean meal using either ethanol extraction or exogenous  $\beta$ -galactosidase and broiler performance. sn. USA. edit. Poultry Science pp 1484-1494
43. KIDD, M, MORGAN, G, PRICE, C, 2001. Enzyme Supplementation to Corn and Soybean Meal Diets for Broilers. sn. USA. Edit. J. Appl. pp 1200-1212.
44. LEESON, S, SUMMERS, J, SCOTTS. 2001. Nutrition of the Chicken 4a ed. Edit. Ontario, Canada, Edit. University Books, Guelph. pp 35-38.
45. MARQUARDT, R. 1996. Enzymes in Poultry and Swine Nutrition. Proceedings of the First Chinese Symposium on Feed Enzymes. sn. USA. Edit. International Development Research Centre. pp 198-201.
46. MAZÓN, J. 2000. Evaluación de diferentes niveles de torta de palma (palmiste) en el inicio y acabado de pollos parrilleros. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Ecuador. p 62.
47. MICROSOFT ENCARTA. 2004. Enciclopedia Didáctica Multimedia. Microsoft

48. MOLINA, J. 2001. Evaluación del comportamiento productivo en pollos de ceba sexados bajo invernadero. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Ecuador. pp 30 – 73.
49. MORAN, E. 1998. Comparative Nutrition of Fowl and Swine. The Gastrointestinal Systems. E.T. sn. Ontario, Canada. Edit. University of Guelph. pp 42-48.
50. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2003. . Requerimientos nutritivos de los animales domésticos. México, México. Edit. NRC. Pp 15 – 17.
51. NOY, Y Y SKLAN, D. 1997. Posthatch Development in Poultry. J. Appl. Poult. Res. 6:344-354.
52. NUTRIL. 2004. Manual Práctico de Crianza de Aves. sn. Guayaquil, Ecuador. Edit. Nutril. pp 6 – 14.
53. PROYECTO RHIZOBIOLOGÍA (CIAT, CIF, PNLG, WAU). 1996. Las leguminosas en la agricultura boliviana. Revisión de información. Cochabamba – Bolivia. Archivo de Internet. pdf.
54. SELL, J. 1996. Physiological Limitations and Potential for Improvement in Gastrointestinal Tract Function of Poultry. sn. USA. Edit. J. Appl. Poult. Pp 96-101.
55. SKLAN, D. 2002. Development of the digestive tract of poultry. sn. USA. Edit. World's Poultry Science Journal. pp 415 - 428.
56. SLOMINSKY, B. 2002. New Generation of Enzymes for Animal Feeds. sn. Alberta, Canadian. Edit. Canadian Bio-Systems Inc. pp 2 - 4.
57. TAPIA, J. 2005. Evaluación de dos tipos de balanceado Nutril en cría y acabado de pollos de engorda en zonas frías. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Ecuador. pp 47- 76.

58. TORRES, L. 2005. El ácido ascórbico como antiestresante en cría y acabado de pollos de ceba. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 40 – 76.

## **ANEXOS**



Anexo 2. Análisis estadísticos del peso inicial (g) de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

Peso inicial, g

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	0,313	3	0,104	0,238	0,869
Ensayo	8,100E-02	1	8,100E-02	0,184	0,670
Niveles x Ensayo	0,153	3	5,100E-02	0,116	0,950
Error	14,052	32	0,439		
Total	14,599	39			
Media general	45.545				
Coef. varianza, %	1.45				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,210	ns
0 %	45,550		
0.5 %	45,630		
0.10 %	45,600		
0.15 %	45,400		
Ensayo		0.148	ns
1°	45,590		
2°	45,500		
Ensayo Niveles de proteasa		0.296	ns
1 0 %	45,500		
1 0.5 %	45,660		
1 0.10 %	45,700		
1 0.15 %	45,500		
2 0 %	45,600		
2 0.5 %	45,600		
2 0.10 %	45,500		
2 0.15 %	45,300		

Anexo 3. Análisis estadísticos del peso a los 28 días de edad (g) de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	39051,500	3	13017,167	2,983	,046
Ensayo	2,500	1	2,500	,001	,981
Niveles x Ensayo	9,900	3	3,300	,001	1,000
Error	139627,200	32	4363,350		
Total	178691,100	39			
Media general	1337.850				
Coef. varianza, %	4.94				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		20,889	*
0 %	1309,400		
0.5 %	1331,800		
0.10 %	1390,200		
0.15 %	1320,000		
Ensayo		14,770	ns
1°	1337,600		
2°	1338,100		
Ensayo		29,541	ns
1 0 %	1309,200		
1 0.5 %	1330,800		
1 0.10 %	1390,000		
1 0.15 %	1320,400		
2 0 %	1309,600		
2 0.5 %	1332,800		
2 0.10 %	1390,400		
2 0.15 %	1319,600		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0 % proteasa	10	1309,4000	
0.15 % proteasa	10	1320,0000	1320,0000
0.5 % proteasa	10	1331,8000	1331,8000
0.10 % proteasa	10		1390,2000

#### D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Peso a 28 días (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,142732
R <sup>2</sup> Adj	0,096393
Cuadrado medio del error	64,34413
Media general	1337,85
Nº observaciones	40

#### Análisis de varianza

---

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	25504,92	12752,5	3,0802
Error	37	153186,18	4140,2	Prob>F
Total	39	178691,10		0,0579

---

#### Parámetros estimados

---

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	1301,17	19,83219	65,61	<,0001
Niveles de proteasa, %	1569,4	636,9744	2,46	0,0185
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-9260	4069,48	-2,28	0,0288

---

Peso a 28 días, g = 1301,17 + 1569,4(proteasa, %) – 9260 (proteasa, %)²



Anexo 4. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 28 días de edad (g) de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	Gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	38955,593	3	12985,198	2,966	,047
Ensayo	3,481	1	3,481	,001	,978
Niveles x Ensayo	9,153	3	3,051	,001	1,000
Error	140116,532	32	4378,642		
Total	179084,759	39			
Media general	1292.3050				
Coef. varianza, %	5.12				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		20,925	*
0 %	1263,850		
0.5 %	1286,170		
0.10 %	1344,600		
0.15 %	1274,600		
Ensayo		14,796	ns
1°	1292,010		
2°	1292,600		
Ensayo Niveles de proteasa		29,593	ns
1 0 %	1263,700		
1 0.5 %	1285,140		
1 0.10 %	1344,300		
1 0.15 %	1274,900		
2 0 %	1264,000		
2 0.5 %	1287,200		
2 0.10 %	1344,900		
2 0.15 %	1274,300		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0 % proteasa	10	1263,8500	
0.15 % proteasa	10	1274,6000	1274,6000
0.5 % proteasa	10	1286,1700	1286,1700
0.10 % proteasa	10		1344,6000

#### D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Ganancia de peso a 28 días (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,141938
R <sup>2</sup> Adj	0,095556
Cuadrado medio del error	64,4448
Media general	1292,305
Nº observaciones	40

#### Análisis de varianza

---

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	25418,89	12709,4	3,0602
Error	37	153665,87	4153,1	Prob>F
Total	39	179084,76		0,0589

---

#### Parámetros estimados

---

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	1255,623	19,86322	63,21	<,0001
Niveles de proteasa, %	1566,16	637,9709	2,45	0,0189
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-9232	4075,847	-2,27	0,0295

---

Gan. peso a 28 días, g = 1255,62 + 1566,16 (proteasa, %) – 9232 (proteasa, %)²

Anexo 5. Análisis estadísticos del consumo de alimento (g) hasta los 28 días de edad de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	18796,159	3	6265,386	3,176	,037
Ensayo	49,573	1	49,573	,025	,875
Niveles x Ensayo	38,187	3	12,729	,006	,999
Error	63128,173	32	1972,755		
Total	82012,092	39			
Media general	1669.4613				
Coef. varianza, %	2.66				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		14,045	*
0 %	1664,936		
0.5 %	1670,713		
0.10 %	1701,530		
0.15 %	1640,666		
Ensayo		9,932	ns
1°	1668,348		
2°	1670,574		
Ensayo Niveles de proteasa		19,863	ns
1 0 %	1662,342		
1 0.5 %	1670,702		
1 0.10 %	1701,018		
1 0.15 %	1639,330		
2 0 %	1667,530		
2 0.5 %	1670,724		
2 0.10 %	1702,042		
2 0.15 %	1642,002		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0.15 % proteasa	10	1640,6660	
0 % proteasa	10	1664,9360	1664,9360
0.5 % proteasa	10	1670,7130	1670,7130
0.10 % proteasa	10		1701,5300

## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Consumo de alimento a 28 días (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,146128
R <sup>2</sup> Adj	0,099973
Cuadrado medio del error	43,50453
Media general	1669,461
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

---

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	11984,263	5992,13	3,1660
Error	37	70027,829	1892,64	Prob>F
Total	39	82012,092		0,0538

---

### Parámetros estimados

---

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	1659,0999	13,409	123,73	<,0001
Niveles de proteasa, %	915,629	430,6729	2,13	0,0402
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-6664,1	2751,468	-2,42	0,0205

---

Cons. alimento a 28 días, g = 1659,1 + 915,629 (proteasa, %) – 6664,1(proteasa, %)²

Anexo 6. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 28 días de edad de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	1,534E-02	3	5,113E-03	2,099	,120
Ensayo	1,000E-05	1	1,000E-05	,004	,949
Niveles x Ensayo	5,000E-05	3	1,667E-05	,007	,999
Error	7,796E-02	32	2,436E-03		
Total	9,336E-02	39			
Media general	1.2940				
Coef. varianza, %	3.81				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,016	ns
0 %	1,320		
0.5 %	1,301		
0.10 %	1,266		
0.15 %	1,289		
Ensayo		0,011	ns
1°	1,294		
2°	1,295		
Ensayo Niveles de proteasa		0,022	ns
1 0 %	1,318		
1 0.5 %	1,302		
1 0.10 %	1,266		
1 0.15 %	1,288		
2 0 %	1,322		
2 0.5 %	1,300		
2 0.10 %	1,266		
2 0.15 %	1,290		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0.10 % proteasa	10	1,2660
0.15 % proteasa	10	1,2890
0.5 % proteasa	10	1,3010
0 % proteasa	10	1,3200

Anexo 7. Análisis estadísticos del costo/kg de ganancia de peso (dólares) hasta los 28 días de edad de pollos de engorde con la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	7,475E-04	3	2,492E-04	,660	,583
Ensayo	2,500E-06	1	2,500E-06	,007	,936
Niveles x Ensayo	4,750E-05	3	1,583E-05	,042	,988
Error	1,208E-02	32	3,775E-04		
Total	1,288E-02	39			
Media general	0.5233				
Coef. varianza, %	1.50				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,006	ns
0 %	,527		
0.5 %	,520		
0.10 %	,518		
0.15 %	,528		
Ensayo		0,004	ns
1°	,524		
2°	,523		
Ensayo Niveles de proteasa		0,009	ns
1 0 %	,526		
1 0.5 %	,522		
1 0.10 %	,518		
1 0.15 %	,528		
2 0 %	,528		
2 0.5 %	,518		
2 0.10 %	,518		
2 0.15 %	,528		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0.10 % proteasa	10	,5180
0.5 % proteasa	10	,5200
0 % proteasa	10	,5270
0.15 % proteasa	10	,5280

Anexo 9. Análisis estadísticos del peso (g) de pollos de engorde a los 49 días de edad por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	493671,200	3	164557,067	10,960	,000
Ensayo	3,600	1	3,600	,000	,988
Niveles x Ensayo	50,000	3	16,667	,001	1,000
Error	480454,800	32	15014,212		
Total	974179,600	39			
Media general	2957.400				
Coef. varianza, %	4.14				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		38,748	**
0 %	2908,000		
0.5 %	2990,000		
0.10 %	3117,000		
0.15 %	2814,600		
Ensayo		27,399	ns
1°	2957,100		
2°	2957,700		
Ensayo Niveles de proteasa		54,798	ns
1 0 %	2906,000		
1 0.5 %	2990,800		
1 0.10 %	3116,400		
1 0.15 %	2815,200		
2 0 %	2910,000		
2 0.5 %	2989,200		
2 0.10 %	3117,600		
2 0.15 %	2814,000		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias		
		C	B	A
0.15 % proteasa	10	2814,6000		
0 % proteasa	10	2908,0000	2908,0000	
0.5 % proteasa	10		2990,0000	2990,0000
0.10 % proteasa	10			3117,0000

#### D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Peso a 49 días (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,391246
R <sup>2</sup> Adj	0,35834
Cuadrado medio del error	126,6017
Media general	2957,4
Nº observaciones	40

#### Análisis de varianza

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	381143,52	190572	11,8899
Error	37	593036,08	16028	Prob>F
Total	39	974179,60		0,0001

#### Parámetros estimados

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	2884,28	39,02128	73,92	<,0001
Niveles de proteasa, %	5459,6	1253,293	4,36	0,0001
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-38440	8006,997	-4,80	<,0001

Peso a 49 días, g = 2884,28 + 5459,6 (proteasa, %) – 38440 (proteasa, %)²



Anexo 10. Análisis estadísticos de la ganancia de peso (g) de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	290477,900	3	96825,967	4,300	,012
Ensayo	,100	1	,100	,000	,998
Niveles x Ensayo	66,700	3	22,233	,001	1,000
Error	720549,200	32	22517,163		
Total	1011093,900	39			
Media general	1619.550				
Coef. varianza, %	9.27				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		47,452	*
0 %	1598,600		
0.5 %	1658,200		
0.10 %	1726,800		
0.15 %	1494,600		
Ensayo		33,554	ns
1°	1619,500		
2°	1619,600		
Ensayo Niveles de proteasa		67,108	ns
1 0 %	1596,800		
1 0.5 %	1660,000		
1 0.10 %	1726,400		
1 0.15 %	1494,800		
2 0 %	1600,400		
2 0.5 %	1656,400		
2 0.10 %	1727,200		
2 0.15 %	1494,400		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0.15 % proteasa	10	1494,6000	
0 % proteasa	10	1598,6000	1598,6000
0.5 % proteasa	10	1658,2000	1658,2000
0.10 % proteasa	10		1726,8000

## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Ganancia de peso de 28 a 49 días (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,239829
R <sup>2</sup> Adj	0,198739
Cuadrado medio del error	144,1287
Media general	1619,55
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	242489,9	121245	5,8366
Error	37	768604,0	20773	Prob>F
Total	39	1011093,9		0,0063

### Parámetros estimados

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	1583,11	44,42345	35,64	<,0001
Niveles de proteasa, %	3890,2	1426,801	2,73	0,0097
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-29180	9115,499	-3,20	0,0028

Gan. peso de 28 a 49 días, g = 1583,11 + 3890,2 (proteasa, %) – 29180 (proteasa, %)²

Anexo 11. Análisis estadísticos del consumo de alimento (g) de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	1224437,420	3	408145,807	4,875	,007
Ensayo	170,486	1	170,486	,002	,964
Niveles x Ensayo	1155,001	3	385,000	,005	1,000
Error	2678905,227	32	83715,788		
Total	3904668,134	39			
Media general	3308.7905				
Coef. varianza, %	8.74				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		91,496	**
0 %	3226,524		
0.5 %	3448,570		
0.10 %	3497,386		
0.15 %	3062,682		
Ensayo		64,698	ns
1°	3310,855		
2°	3306,726		
Ensayo Niveles de proteasa		129,395	ns
1 0 %	3221,664		
1 0.5 %	3448,392		
1 0.10 %	3500,832		
1 0.15 %	3072,532		
2 0 %	3231,384		
2 0.5 %	3448,748		
2 0.10 %	3493,940		
2 0.15 %	3052,832		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0.15 % proteasa	10	3062,6820	
0 % proteasa	10	3226,5240	3226,5240
0.5 % proteasa	10		3448,5700
0.10 % proteasa	10		3497,3860

## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Consumo de alimento 28 - 49 días (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,301254
R <sup>2</sup> Adj	0,263484
Cuadrado medio del error	271,5506
Media general	3308,791
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

---

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	1176297,5	588149	7,9760
Error	37	2728370,7	73740	Prob>F
Total	39	3904668,1		0,0013

---

### Parámetros estimados

---

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	3211,0095	83,69753	38,36	<,0001
Niveles de proteasa, %	8965,83	2688,214	3,34	0,0019
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-65675	17174,37	-3,82	0,0005

---

Cons. alimento 28 - 49 días, g = 3211,01 + 8965,83 (proteasa, %) – 65675 (proteasa, %)²

Anexo 12. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	2,046E-02	3	6,820E-03	1,418	,256
Ensayo	1,000E-05	1	1,000E-05	,002	,964
Niveles x Ensayo	4,500E-04	3	1,500E-04	,031	,992
Error	,154	32	4,809E-03		
Total	,175	39			
Media general	2.045				
Coef. varianza, %	3.39				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,022	ns
0 %	2,024		
0.5 %	2,079		
0.10 %	2,025		
0.15 %	2,052		
Ensayo		0,016	ns
1°	2,046		
2°	2,044		
Ensayo Niveles de proteasa		0,031	ns
1 0 %	2,024		
1 0.5 %	2,076		
1 0.10 %	2,024		
1 0.15 %	2,058		
2 0 %	2,024		
2 0.5 %	2,082		
2 0.10 %	2,026		
2 0.15 %	2,046		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0 % proteasa	10	2,0240
0.10 % proteasa	10	2,0250
0.15 % proteasa	10	2,0520
0.5 % proteasa	10	2,0790

Anexo 13. Análisis estadísticos del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos de engorde de 28 a 49 días de edad (etapa de acabado) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	5,328E-03	3	1,776E-03	2,392	,087
Ensayo	2,500E-06	1	2,500E-06	,003	,954
Niveles x Ensayo	8,750E-05	3	2,917E-05	,039	,989
Error	2,376E-02	32	7,425E-04		
Total	2,918E-02	39			
Media general	0.7882				
Coef. varianza, %	3.46				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,009	ns
0 %	,770		
0.5 %	,791		
0.10 %	,790		
0.15 %	,802		
Ensayo		0,006	ns
1°	,788		
2°	,789		
Ensayo Niveles de proteasa		0,012	ns
1 0 %	,770		
1 0.5 %	,790		
1 0.10 %	,788		
1 0.15 %	,804		
2 0 %	,770		
2 0.5 %	,792		
2 0.10 %	,792		
2 0.15 %	,800		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0 % proteasa	10	,7700
0.10 % proteasa	10	,7900
0.5 % proteasa	10	,7910
0.15 % proteasa	10	,8020

Anexo 15. Análisis estadísticos de la ganancia de peso total (g) de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	493031,353	3	164343,784	10,971	,000
Ensayo	4,761	1	4,761	,000	,986
Niveles x Ensayo	46,593	3	15,531	,001	1,000
Error	479337,932	32	14979,310		
Total	972420,639	39			
Media general	2911.855				
Coef. varianza, %	4.20				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		38,703	**
0 %	2862,450		
0.5 %	2944,370		
0.10 %	3071,400		
0.15 %	2769,200		
Ensayo		27,367	ns
1°	2911,510		
2°	2912,200		
Ensayo Niveles de proteasa		54,734	ns
1 0 %	2860,500		
1 0.5 %	2945,140		
1 0.10 %	3070,700		
1 0.15 %	2769,700		
2 0 %	2864,400		
2 0.5 %	2943,600		
2 0.10 %	3072,100		
2 0.15 %	2768,700		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias		
		C	B	A
0.15 % proteasa	10	2769,2000		
0 % proteasa	10	2862,4500	2862,4500	
0.5 % proteasa	10		2944,3700	2944,3700
0.10 % proteasa	10			3071,4000

## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Ganancia de peso total (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,391325
R <sup>2</sup> Adj	0,358423
Cuadrado medio del error	126,4792
Media general	2911,855
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	380532,14	190266	11,8939
Error	37	591888,50	15997	Prob>F
Total	39	972420,64		0,0001

### Parámetros estimados

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	2838,733	38,98351	72,82	<,0001
Niveles de proteasa, %	5456,36	1252,08	4,36	0,0001
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-38412	7999,247	-4,80	<,0001

Gan. peso total, g = 2838,73 + 5456,36 (proteasa, %)- 38412 (proteasa, %)²



Anexo 16. Análisis estadísticos del consumo total de alimento (g) de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	1516874,043	3	505624,681	6,401	,002
Ensayo	36,195	1	36,195	,000	,983
Niveles x Ensayo	1330,749	3	443,583	,006	,999
Error	2527712,324	32	78991,010		
Total	4045953,312	39			
Media general	4978.2517				
Coef. varianza, %	5.65				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		88,877	**
0 %	4891,460		
0.5 %	5119,283		
0.10 %	5198,916		
0.15 %	4703,348		
Ensayo		62,845	ns
1°	4979,203		
2°	4977,301		
Ensayo Niveles de proteasa		125,691	ns
1 0 %	4884,006		
1 0.5 %	5119,094		
1 0.10 %	5201,850		
1 0.15 %	4711,862		
2 0 %	4898,914		
2 0.5 %	5119,472		
2 0.10 %	5195,982		
2 0.15 %	4694,834		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0.15 % proteasa	10	4703,3480	
0 % proteasa	10	4891,4600	4891,4600
0.5 % proteasa	10		5119,2830
0.10 % proteasa	10		5198,9160

## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Consumo de alimento total (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,352378
R <sup>2</sup> Adj	0,317371
Cuadrado medio del error	266,1156
Media general	4978,252
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	1425704,8	712852	10,0660
Error	37	2620248,5	70818	Prob>F
Total	39	4045953,3		0,0003

### Parámetros estimados

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	4870,1094	82,02234	59,38	<,0001
Niveles de proteasa, %	9881,459	2634,41	3,75	0,0006
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-72339,1	16830,63	-4,30	0,0001

Cons. alimento total, g = 4870,11 + 9881,46 (proteasa, %) – 72339,1 (proteasa, %)²

Anexo 17. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia total de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	1,261E-02	3	4,202E-03	1,678	,191
Ensayo	2,500E-06	1	2,500E-06	,001	,975
Niveles x Ensayo	1,075E-04	3	3,583E-05	,014	,998
Error	8,016E-02	32	2,505E-03		
Total	9,288E-02	39			
Media general	1.7093				
Coef. varianza, %	2.93				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,016	ns
0 %	1,712		
0.5 %	1,737		
0.10 %	1,691		
0.15 %	1,697		
Ensayo		0,011	ns
1°	1,710		
2°	1,709		
Ensayo Niveles de proteasa		0.022	ns
1 0 %	1,712		
1 0.5 %	1,736		
1 0.10 %	1,690		
1 0.15 %	1,700		
2 0 %	1,712		
2 0.5 %	1,738		
2 0.10 %	1,692		
2 0.15 %	1,694		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0.10 % proteasa	10	1,6910
0.15 % proteasa	10	1,6970
0 % proteasa	10	1,7120
0.5 % proteasa	10	1,7370

Anexo 18. Análisis estadísticos del costo/kg de ganancia de peso total (dólares) de pollos de engorde (de 1 a 49 días de edad) por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	9,275E-04	3	3,092E-04	,874	,465
Ensayo	2,500E-06	1	2,500E-06	,007	,934
Niveles x Ensayo	2,750E-05	3	9,167E-06	,026	,994
Error	1,132E-02	32	3,537E-04		
Total	1,228E-02	39			
Media general	0.6692				
Coef. varianza, %	2.81				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,006	ns
0 %	,661		
0.5 %	,672		
0.10 %	,671		
0.15 %	,673		
Ensayo		0,004	ns
1°	,669		
2°	,670		
Ensayo Niveles de proteasa		0,008	ns
1 0 %	,660		
1 0.5 %	,672		
1 0.10 %	,670		
1 0.15 %	,674		
2 0 %	,662		
2 0.5 %	,672		
2 0.10 %	,672		
2 0.15 %	,672		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0 % proteasa	10	,6610
0.10 % proteasa	10	,6710
0.5 % proteasa	10	,6720
0.15 % proteasa	10	,6730

Anexo 19. Análisis estadísticos del peso a la canal (g) de pollos de engorde a los 49 días de edad, por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	301129,069	3	100376,356	12,821	,000
Ensayo	44,521	1	44,521	,006	,940
Niveles x Ensayo	282,450	3	94,150	,012	,998
Error	250527,214	32	7828,975		
Total	551983,255	39			
Media general	2198.9835				
Coef. varianza, %	4.02				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		27,980	**
0 %	2157,742		
0.5 %	2227,442		
0.10 %	2322,679		
0.15 %	2088,071		
Ensayo		19,785	ns
1°	2200,039		
2°	2197,928		
Ensayo Niveles de proteasa		39,570	ns
1 0 %	2156,014		
1 0.5 %	2229,996		
1 0.10 %	2321,424		
1 0.15 %	2092,720		
2 0 %	2159,470		
2 0.5 %	2224,888		
2 0.10 %	2323,934		
2 0.15 %	2083,422		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias		
		C	B	A
0.15 % proteasa	10	2088,0710		
0 % proteasa	10	2157,7420	2157,7420	
0.5 % proteasa	10		2227,4420	2227,4420
0.10 % proteasa	10			2322,6790

## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Peso a la canal (g) por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,431138
R <sup>2</sup> Adj	0,400389
Cuadrado medio del error	92,12248
Media general	2198,983
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	237980,89	118990	14,0211
Error	37	314002,37	8487	Prob>F
Total	39	551983,25		<,0001

### Parámetros estimados

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	2139,9729	28,39405	75,37	<,0001
Niveles de proteasa, %	4337,068	911,966	4,76	<,0001
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-30430,8	5826,337	-5,22	<,0001

Peso a la canal, g = 2139,97 + 4337,07 (proteasa, %) – 30430,8 (proteasa, %)²

Anexo 20. Análisis estadísticos del rendimiento a la canal (%) de pollos de engorde a los 49 días de edad, por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	,926	3	,309	1,037	,389
Ensayo	6,806E-02	1	6,806E-02	,229	,636
Niveles x Ensayo	,188	3	6,263E-02	,210	,888
Error	9,527	32	,298		
Total	10,710	39			
Media general	74.3548				
Coef. varianza, %	0.34				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		0,173	ns
0 %	74,213		
0.5 %	74,494		
0.10 %	74,519		
0.15 %	74,193		
Ensayo		0,122	ns
1°	74,396		
2°	74,314		
Ensayo Niveles de proteasa		0,244	ns
1 0 %	74,202		
1 0.5 %	74,550		
1 0.10 %	74,492		
1 0.15 %	74,340		
2 0 %	74,224		
2 0.5 %	74,438		
2 0.10 %	74,546		
2 0.15 %	74,046		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias
		A
0.15 % proteasa	10	74,1930
0 % proteasa	10	74,2130
0.5 % proteasa	10	74,4940
0.10 % proteasa	10	74,5190

Anexo 21. Análisis estadísticos del Índice de Eficiencia Europeo de pollos de engorde a los 49 días de edad, por efecto de la utilización de proteasa para la asimilación de torta de soya

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Niveles proteasa	8502,663	3	2834,221	10,633	,000
Ensayo	166,464	1	166,464	,625	,435
Niveles x Ensayo	3,987	3	1,329	,005	1,000
Error	8529,363	32	266,543		
Total	17202,476	39			
Media general	369.953				
Coef. varianza, %	4.41				

B. CUADRO DE MEDIAS

Factor	Media	Error Estándar	Signf.
Niveles de proteasa		5,163	**
0 %	364,007		
0.5 %	367,861		
0.10 %	393,698		
0.15 %	354,246		
Ensayo		3,651	ns
1°	367,913		
2°	371,993		
Ensayo Niveles de proteasa		7,301	ns
1 0 %	362,174		
1 0.5 %	366,228		
1 0.10 %	391,322		
1 0.15 %	351,928		
2 0 %	365,840		
2 0.5 %	369,494		
2 0.10 %	396,074		
2 0.15 %	356,564		

C. SEPARACION DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamientos	Nº obser.	Medias	
		B	A
0.15 % proteasa	10	354,2460	
0 % proteasa	10	364,0070	
0.5 % proteasa	10	367,8610	
0.10 % proteasa	10		393,6980



## D. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN

Índice Eficiencia Europeo por efecto de los niveles de proteasa (%)

R <sup>2</sup>	0,272895
R <sup>2</sup> Adj	0,233592
Cuadrado medio del error	18,38626
Media general	369,953
Nº observaciones	40

### Análisis de varianza

---

FV	gl	S.C.	C.M.	Fcal.
Modelo	2	4694,462	2347,23	6,9434
Error	37	12508,015	338,05	Prob>F
Total	39	17202,476		0,0028

---

### Parámetros estimados

---

Termino	Estimado	Error Std	t cal	Prob> t
Intercepto	359,6434	5,667025	63,46	<,0001
Niveles de proteasa, %	642,698	182,0147	3,53	0,0011
Niveles de proteasa, % <sup>2</sup>	-4330,6	1162,849	-3,72	0,0007

---

Índice Eficiencia Europeo = 359,643 + 642,698 (proteasa, %)- 4330,6 (proteasa, %)²

ESTA TESIS FUE APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL:

Ing. M.Sc. Roberto López  
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Sc. Edgar Merino  
BIOMETRISTA DE LA TESIS

Dr. Georgina Moreno  
ASESOR DE TESIS

