

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA.

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS  
PROGRAMA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**“Efecto del uso de dos fitasas microbianas, procedentes de la levadura *Pichia pastoris*, sobre el comportamiento productivo de pavos de carne (*Meleagris gallopavo*) de 3 a 6 semanas de edad. Arequipa, 2012”**

**" Effect of using two microbial phytases, from the yeast *Pichia pastoris*, the productive performance of turkey meat (*meleagris gallopavo*) 3 to 6 weeks of age. Arequipa, 2012 "**

**Tesis presentado por la Bachiller:  
Liz Pamela Benavides Alata**

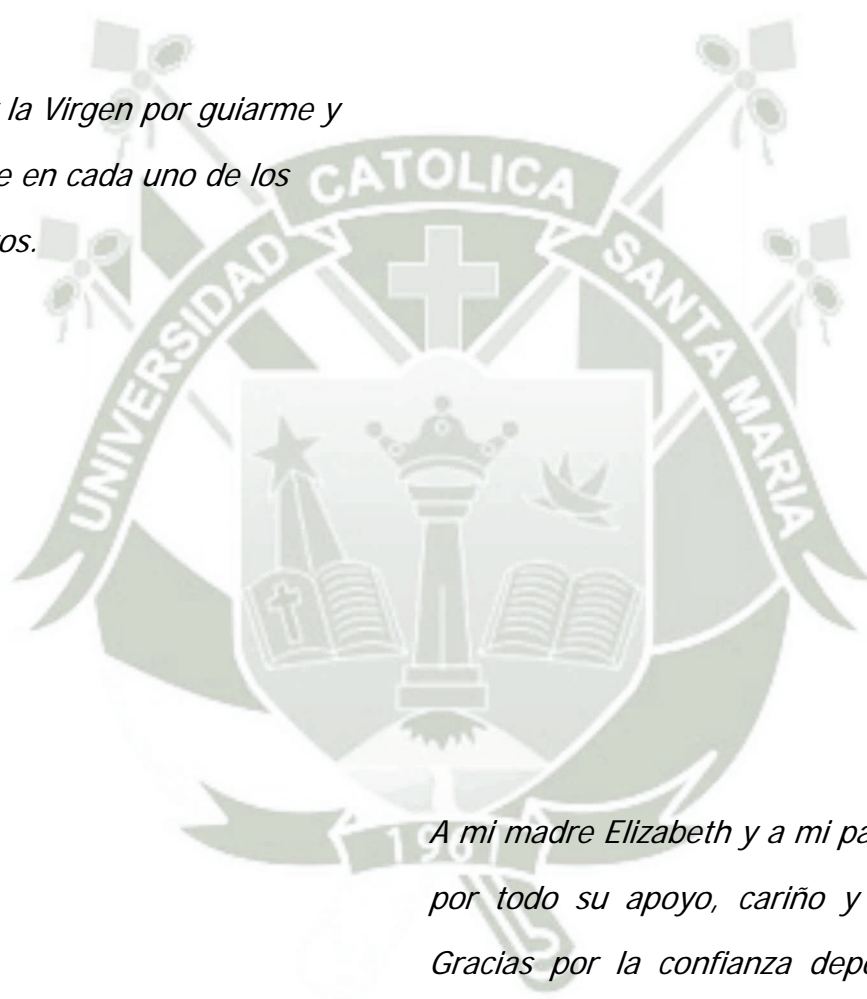
**Para optar el Título Profesional de:  
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**Arequipa – Perú**

**2012**

## DEDICATORIA

*A Dios y la Virgen por guiarme y  
cuidarme en cada uno de los  
momentos.*



*A mi madre Elizabeth y a mi padre Jesus,  
por todo su apoyo, cariño y paciencia.  
Gracias por la confianza depositada en  
mí.*

*A mi esposo Geoffrey y mi hijo Liam  
por estar siempre a mi lado.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco ante todo a la Universidad Católica de Santa María por ser el alma mater de la cual me siento orgullosa y agradecida, a los docentes del Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia por compartir sus conocimientos, experiencias, enseñanzas y sobre todo su amistad.

A mi familia por brindarme todo su apoyo y cariño incondicional.

A mi jurado dictaminador, integrado por los Médicos Veterinario y Zootecnistas porque a través de sus sugerencias permitieron la culminación de la presente.

A mi asesor por sus consejos y apoyo para la culminación de este trabajo.

A mis amigos, amigas y demás compañeros que de una u otra manera colaboraron y me brindaron consejos y aliento para el desarrollo del presente trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	11
SUMMARY	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Enunciado del problema	13
1.2 Descripción del problema	13
1.3 Efecto en el desarrollo local y regional	14
1.3.1 Efecto local	14
1.3.2 Efecto regional	14
1.4 Justificación del trabajo	14
1.4.1 Aspecto general	14
1.4.2 Aspecto tecnológico	15
1.4.3 Aspecto social	15
1.4.4 Aspecto económico	15
1.4.5 Importancia del trabajo	16
1.5 Objetivos	16
1.5.1 Objetivo general	16
1.5.2 Objetivos específicos	16
1.6 Planteamiento de la hipótesis	17
II. MARCO TEORICO	18
2.1 Análisis bibliográfico sobre el pavo.	18
2.1.1 Generalidades sobre los pavos de carne	18
a) Origen y evolución de los pavos:	18
b) Apariencia Externa y rendimiento.	21
2.1.2. Nutrición de los pavos	21
a) Energía	21
b) Proteínas y aminoácidos	21
c) Vitaminas	22
d) Ácidos grasos esenciales	22
e) Minerales	22
f) Requerimientos nutricionales	22
2.1.3. Comportamiento productivo de los pavos	25
2.1.4. Las fitasas	26
a) Características generales:	26
b) Características de las fitasas Quantum 2500 y Optiphos 2000.	29

	Página
2.2 Antecedentes de investigación	32
2.2.1 Uso de fitasas en pollos, cerdos y otros monogástricos	32
a) Uso de fitasas en pollos de carne	32
b) Uso de fitasas en gallinas	37
c) Uso de fitasas en cerdos	37
d) Uso de fitasas en cuyes	39
2.2.2 Uso de fitasas en pavos	40
III. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1. Materiales	41
3.1.1. Localización del trabajo	41
a) Localización espacial	41
b) Localización temporal	41
3.1.2. Material biológico	41
3.1.3. Insumos experimentales	42
3.1.4. Materiales de campo	42
a) Materiales de Campo	42
b) Materiales de Escritorio	42
3.1.5 Instalaciones	43
3.2 Métodos	43
3.2.1 Muestreo	43
a) Tamaño de la muestra	43
b). Procedimientos de muestreo	43
3.2.2 Formación de unidades experimentales de estudio	43
3.2.3 Tratamientos	44
3.2.4 Métodos de evaluación	45
a) Metodología de la experimentación.	45
b) Recopilación de la información	46
3.2.4 Variables de respuesta	46
a). Variables independientes	46
b). Variables dependientes	46
3.3 Evaluación estadística	47
3.3.1 Unidades experimentales	47
3.3.2 Análisis estadísticos	47
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48

	Página
4.1 Consumo de alimentos	48
4.2 Peso vivo	50
4.3 Ganancia de peso vivo	51
4.4 Conversiones alimenticias	55
4.5 Mérito económico	58
V CONCLUSIONES	61
VI RECOMENDACIONES	62
VII BIBLIOGRAFIA	63
VIII ANEXOS	66
IX FOTOS	97



## ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Título del Cuadro	Página
1	Consumo de alimentos con los diferentes tratamientos experimentales	48
2	Variación promedio de los pesos vivos con las diferentes raciones experimentales	50
3	Ganancia de peso promedio obtenida con las diferentes raciones experimentales	52
4	Conversión alimenticia promedio calculada para las diferentes raciones experimentales	56
5	Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Título del Gráfico	Página
1	Consumo de alimentos totales con las diferentes raciones experimentales	48
2	Variación promedio de los pesos vivos de los pavos con las diferentes raciones experimentales	51
3	Promedio de ganancia diaria de los cuyes con las diferentes raciones experimentales	52
4	Promedio de conversiones alimenticias con las diferentes raciones experimentales	56
5	Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Título del anexo	Página
1	Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T1	67
2	Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T2	69
3	Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T3	71
4	Control del consumo de alimentos de los pavos, durante la etapa de inicio, con el tratamiento T1	73
5	Control del consumo de alimentos de los pavos, durante la etapa de inicio, con el tratamiento T2	74
6	Control del consumo de alimentos de los pavos, durante la etapa de inicio, con el tratamiento T3	75
7	Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T1	76
8	Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T2	78
9	Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T3	80
10	Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T1	82
11	Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T2	84

Nº	Título del anexo	Página
12	Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T3	86
13	Méritos económicos, durante la etapa de inicio, para las tres raciones experimentales	88
14	Fórmulas y precios de las raciones experimentales usadas en el experimento	90
15	Diseño completamente al azar para la variable ganancia de peso vivo	91
16	Prueba de significancia de Duncan para la variable ganancia de peso vivo	92
17	Diseño completamente al azar para la variable conversión alimenticia	93
18	Prueba de significancia de Duncan para la variable conversión alimenticia	94
19	Diseño completamente al azar para la variable mérito económico	95
20	Prueba de significancia de Duncan para la variable mérito económico	96

## RESUMEN

El experimento se realizó en el distrito de Sabandia del departamento de Arequipa. La investigación se desarrolló entre los meses de septiembre a noviembre del 2012, con el fin de evaluar dos fitasas procedentes de la levadura *Pichia pastoris* sobre la performance de pavos de 3 a 6 semanas de edad; para lo cual se consideró las siguientes variables: consumo de alimentos, ganancia diaria de peso vivo, conversión alimenticia y mérito económico. Para la evaluación estadística de los resultados se empleó el diseño completamente al azar con setenta y siete repeticiones. Para la comparación de los promedios se usó la prueba de significancia de Duncan. El tratamiento testigo (T1) se diseñó de acuerdo a los requerimientos nutricionales publicados para pavos Hybrid. Las raciones experimentales, fueron diseñadas considerando la matriz de las fitasas, formulándose así el tratamiento T2, con la enzima Quantum y el tratamiento T3, con la enzima Optiphos. Los tratamientos fueron evaluados en 231 pavos de la línea Hybrid de ambos sexos, con un peso inicial de  $710 \pm 140$  gramos. El uso de las enzimas Quantum y Optiphos no influye sobre el consumo de alimentos de pavos de esta fase, habiéndose registrado consumos de 3.020, 3.062 y 3.054 kilos para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Las ganancias de peso mejoran significativamente ( $p > 0.01$ ) con el uso de las enzimas evaluadas, siendo mayor con la enzima Optiphos que con la Quantum, habiéndose determinado ganancias de 1.819, 1.927 y 1.977 kilos para el tratamiento T1, T2 y T3, respectivamente. Las conversiones alimenticias mejoran significativamente ( $p > 0.01$ ) con el uso de las enzimas evaluadas (en mayor magnitud con la enzima Optiphos que con la Quantum), siendo los valores encontrados de 1.71, 1.60 y 1.56 para el tratamiento testigo T1, T2 (Quantum) y T3 (Optiphos), respectivamente. Los méritos económicos también mejoran significativamente ( $p > 0.01$ ) con el uso de las enzimas evaluadas, siendo significativamente mayor con la enzima Optiphos que con la Quantum, habiéndose determinado méritos económicos de 3.05, 2.79 y 2.71 nuevos soles por kilo de ganancia para el tratamiento T1, T2 y T3, respectivamente. Considerando estos resultados se recomienda usar la enzima Optiphos en raciones de 3. a 6 semanas de pavos de carne.

## SUMMARY

The experiment was conducted in the district of Arequipa Sabandia. The research was conducted between September and November of 2012, in order to evaluate two phytases from the yeast *Pichia pastoris* on performance of turkeys 3-6 weeks old, which was considered for the following variables: consumption food, daily live weight gain, feed conversion and economic merit. For statistical evaluation of the results was used completely randomized design with seventy-seven repetitions. For comparison of means were used the significance test of Duncan. The control treatment (T1) was a ration designed according to the nutritional requirements for turkeys Producc published. The experimental diets were designed considering the array of phytase, formulating and T2 treatment with the enzyme Quantum and T3 treatment, with the enzyme Optiphos. The treatments were evaluated in line 231 turkeys Hybrid of both sexes, with an initial weight of  $710 \pm 140$  grams. The use of enzymes and Quantum Optiphos not influence food intake turkey this stage, having recorded consumption of 3020, 3062 and 3054 kilos for T1, T2 and T3, respectively. Weight gains improved significantly ( $p > 0.01$ ) with the use of enzymes evaluated, with the enzyme being higher than the Quantum Optiphos, having determined gains of 1,819, 1,927 and 1,977 kilos in T1, T2 and T3, respectively. Improve feed conversions significantly ( $p > 0.01$ ) with the use of enzymes evaluated, with the enzyme being higher than the Quantum Optiphos, having determined conversions of 1.71, 1.60 and 1.56 for the control treatment T1, T2 and T3, respectively. The economic merits also improved significantly ( $p > 0.01$ ) with the use of enzymes tested, significantly higher than the enzyme Optiphos with Quantum, having determined economic merits of 3.05, 2.79 and 2.71 soles per kilo gain for treatment T1, T2 and T3, respectively. Considering these results, we recommend using the enzyme in rations Optiphos 3. to 6 weeks of turkey meat

## II. INTRODUCCIÓN

### 2.1 Enunciado del problema

Efecto del uso de dos fitasas microbianas, procedentes de la levadura *Pichia pastoris*, sobre el comportamiento productivo de pavos de carne (*Meleagris gallopavo*) de 3 a 6 semanas de edad en Arequipa

### 2.2 Descripción del problema

La crianza de pavos de carne en la Región de Arequipa es una de las actividades que tiene un gran crecimiento durante fechas festivas de fin de año, debido al hábito de consumo de la población que demanda, por estas fiestas, su abastecimiento. De modo que la preocupación, tanto de pequeños como grandes avicultores, está en la satisfacción de esta necesidad para lo cual realizan una crianza intensiva.

La rentabilidad de la crianza de pavos de carne está fuertemente influenciada por la alimentación ya que esta representa entre el 65% y 70% del costo de la crianza, por lo cual es importante la adecuada selección de insumos, su formulación y conservación así como también el manejo del alimento ya preparado, de acuerdo a sus necesidades.

Debido a que la alimentación de los pavos de carne juega un gran rol en la rentabilidad de este negocio, es necesario buscar nuevas estrategias que aminoren el costo, mejoren la eficiencia alimenticia y la productividad animal.

### **1.3 Efecto en el desarrollo local y regional**

#### **1.3.1 Efecto local**

La crianza de pavos es una actividad muy difundida en Arequipa. Las condiciones climáticas favorables y la alta demanda de pavos por fiestas navideñas, han determinado una tendencia creciente en el incremento de criadores de esta especie.

Existen actualmente una gama de probióticos que se usan en pollos y porcinos y que han permitido mejorar la eficiencia de uso de los alimentos, tales como las enzimas, nucleótidos, microorganismos, etc. Tales alternativas, no obstante, no han sido evaluadas suficientemente en pavos

#### **1.3.2 Efecto regional**

Los insumos en la Región tienen costos cada vez más elevados, afectando la rentabilidad de todos los avicultores, grandes y pequeños. La selección de los aditivos más convenientes suele ser una tarea complicada para los productores, que buscan mejorar la eficiencia biológica de sus animales y aumentar la rentabilidad de sus empresas.

### **1.4 Justificación del trabajo**

#### **1.4.1 Aspecto general**

Los sistemas modernos de producción pecuaria son obligados a buscar una mejora constante en la eficiencia productiva y en la relación costo – beneficio, además de la protección del medio ambiente. Estos son los factores más importantes en los sistemas actuales de producción, para mantenerse en el mercado. Estas características se relacionan directamente, entre

otras cosas, con la composición química del alimento y su eficiencia de utilización animal.

#### **1.4.2 Aspecto tecnológico**

Se estima que los precios internacionales alcanzados por los granos y semillas de oleaginosa seguirán siendo altos. Esta situación genera un efecto muy significativo en los costos de alimentación de las diferentes especies animales y motiva a los investigadores a buscar, con mayor empeño, alternativas que permitan mejorar la eficiencia en el uso de las raciones.

#### **1.4.3 Aspecto social**

La demanda de carne de pavo para la época de navidad siempre es alta, dada la costumbre existente en nuestro país, en general, y en Arequipa, en particular. Razón por la cual, avicultores con empresas de diferentes tamaños, apuestan por la crianza de pavos; sin embargo, su rentabilidad es incierta por no tener certeza de los precios de los pavos ni del costo de los insumos. De allí, que ajustes finos en la formulación repercutirán significativamente en el bienestar de todos los productores, en especial de los de pequeña escala.

#### **1.4.4 Aspecto económico**

El uso de balanceados con enzimas exógenas, como nueva estrategia nutricional, podría mejorar los niveles de producción al liberar nutrientes que de otra manera se perderían en las heces. De este modo podría mejorar la rentabilidad de la crianza, generando un incremento de ingresos al productor, al bajar los costos de producción.

### 1.4.5 Importancia del trabajo

El uso de las enzimas, como aditivos en la alimentación de pavos, se espera que mejoren la eficiencia de los ingredientes convencionales. Dado que la magnitud de respuesta depende del tipo de enzima, las características de la dieta, la edad - etapa productiva de los animales, las enzimas deben ser evaluadas bajo diferentes circunstancias y medir su impacto económico en la producción de esta especie.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de dos fitasas microbianas, procedentes de la levadura *Pichia pastoris*, sobre el comportamiento productivo de pavos de carne (*Meleagris gallopavo*) de 3 a 6 semanas de edad.

### 1.5.2 Objetivos específicos

Se planteó, para este experimento, los siguientes objetivos específicos:

- 1) Evaluar el efecto del uso de las fitasas sobre el consumo de alimentos en pavos en la etapa de recría (hasta los 42 días de edad).
- 2) Evaluar el efecto del uso de las enzimas sobre la ganancia de peso vivo.
- 3) Evaluar el efecto del uso de las enzimas sobre la eficiencia alimenticia.
- 4) Evaluar el efecto de las enzimas sobre el mérito económico.

## 1.6 Planteamiento de la hipótesis

Considerando que existen muchas investigaciones que demuestran que las fitasas mejoran la eficiencia de digestión y, por ende, el comportamiento productivo de los animales, se esperaba que su uso, en pavos de recría, también mejore los parámetros productivos en esta especie.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Análisis bibliográfico sobre el pavo.

#### 2.1.1. Generalidades sobre los pavos de carne

El pavo *Meleagris gallopavo* se sitúa en la escala zoológica dentro del siguiente esquema.

**Tabla Nº 1**  
Clasificación taxonómica del pavo

Reino	Animal
Filo	Chordata
Clase	Aves
Orden	Galliformes
Suorden	Gallidos
Familia	Meleagridae
Género	<i>Meleagris</i>
Especie	<b><i>M. gallopavo</i></b>

Fuente, Cumpa y Ciriaco, 2000.

#### c) Origen y evolución de los pavos:

Mucho antes del descubrimiento de América los pavos ya eran alimento predilecto de los indígenas norteamericanos. Existen evidencias de que los primeros pavos fueron introducidos en España en 1498, provenientes de México (Cumpa y Ciriaco, 2000).

En Inglaterra hacia 1521 se introdujeron juntos pavos y gallinas de Guinea, el hecho que estas últimas llegaran de África vía Turquía, sería la razón por la cual los pavos recibieron la denominación de “Turkey” en Inglaterra. En este

país, medio siglo después era tan popular su cría, que fue la “carne elegida” para la cena de Navidad.

Los colonizadores ingleses reintrodujeron el pavo en Norteamérica. En la región de Nueva Inglaterra, siglos después, seleccionaron la raza Bronceada a partir de cruzamientos entre el pavo doméstico y el salvaje que habitaba los bosques en los Apalaches.

En el siguiente cuadro se detalla las razas más conocidas de pavos: (Cumpa y Ciriaco, 2000).

- ✓ Bronceado de América
- ✓ Blanco de Holanda
- ✓ Narragansett
- ✓ Raza negra
- ✓ Ardesia (Slate)
- ✓ Rojo de Borbón
- ✓ Blanco de Beltville
- ✓ Bronceada gigante
- ✓ Blanca gigante

En la actualidad los pavos que se crían en explotaciones industriales no pertenecen a una determinada raza, sino que es el producto de cruzamientos previamente programados. La mayoría de estos pavos son de plumaje blanco y se les denomina comúnmente como pavos de doble pechuga. (Cumpa y Ciriaco, 2000).

Los híbridos comerciales pueden ser pesados, medianamente pesados y ligeros. En el Perú se crían dos líneas: Nicholas y Hybrid, pesada y medianamente pesada, respectivamente.

Los pavos machos, por su mayor velocidad de crecimiento y su mejor eficiencia alimenticia suelen ser llevados por un período de crianza mayor, mientras que las hembras se sacan antes.

#### **d) Apariencia Externa y rendimiento.**

El pavo presenta una cabeza con piel desnuda, roja pálida con variaciones azuladas, recubierta de verrugas y carúnculas de diferentes tamaños de color rojo más o menos intenso. Sobre la frente, un apéndice carnoso eréctil (moco), varía su longitud de acuerdo al estado de excitación, particularmente desarrollado en el macho (Cumpa y Ciriaco, 2000).

En la parte superior del pecho presenta un penacho, de hasta 15 cm en el macho, menor en la hembra. El color del plumaje varía entre negro y marrón con tintes metálicos en los domésticos, siendo más claros o blancos en las líneas comerciales.

Las plumas periféricas de los pavos presentan el borde apical cortado. La cola está compuesta por 18 largas plumas que pueden abrirse en forma de abanico, en la característica posición “de rueda”. (Cumpa y Ciriaco, 2000).

Los pavos tienen la ventaja de tener un rendimiento de carcasa de 82% de peso vivo y, un rendimiento de carne de pechuga del 24 al 26% del peso vivo.

La carne de pavo es la más magra que existe y es una carne con bajo nivel de colesterol. Por otro lado, es una carne

neutra que se adapta muy bien a diferentes estilos y maneras de cocinar.

La pechuga del pavo constituye, aproximadamente, el 40% de la carne aprovechable, la que por contener un 30% de proteínas y un índice de grasa bajo, hacen del mismo un alimento ideal (Cumpa y Ciriaco, 2000).

### 2.1.2. Nutrición de los pavos

#### g) Energía

La energía requerida por los pavos es para el mantenimiento y para el aumento de peso vivo, siendo los carbohidratos, grasa y proteínas las fuentes de esa energía.

La concentración de energía en la ración depende del consumo de alimento. Las aves pueden regular el consumo en función la densidad energética de la dieta.

La nutrición de los pavos solo es eficiente cuando la dieta mantiene una exacta proporción entre los aminoácidos, vitaminas y minerales con la energía. Cualquier cambio en el nivel de energía debe tomar en cuenta los niveles del resto de nutrientes esenciales (Bondi, 1989).

#### h) Proteínas y aminoácidos

Los aminoácidos esenciales en la dieta del pavo son: lisina, metionina, treonina, triptófano, isoleucina, leucina, valina, fenilalanina, histidina y arginina.

Realmente no existe un requerimiento de proteína para los pavos, sino requerimientos de aminoácidos esenciales y de

nitrógeno no específico para la síntesis de aminoácidos no esenciales. De allí que para la formulación se necesita conocer la calidad de la proteína, en términos de composición de aminoácidos y disponibilidad de los mismos a nivel intestinal (Bondi, 1989).

#### **i) Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en muy pequeñas cantidades para el normal desenvolvimiento de las funciones del organismo.

La suplementación depende fundamentalmente de premezclas diseñadas para estos animales y variando en función a la edad de los mismos (Bondi, 1989).

#### **j) Ácidos grasos esenciales**

Los pavos no tienen la capacidad de sintetizar los ácidos grasos linoléico y araquidónico. Estos ácidos grasos son componentes estructurales de la célula y se presenta particularmente en fosfolípidos que forman parte de muchas membranas.

#### **k) Minerales**

Los elementos minerales son necesarios para la formación del esqueleto, como parte de moléculas de hormonas, como activadores enzimáticos y para el mantenimiento de las relaciones osmóticas dentro del organismo del pavo (Cumpa y Ciriaco, 2000).

#### **l) Requerimientos nutricionales**

En la tabla N° 2 se aprecia las especificaciones nutricionales para los pavos de la línea Hybrid. En la tabla N° 3 las relaciones adecuadas entre aminoácidos y la energía. En la

tabla N° 4 los programas de alimentación recomendados y, finalmente, en la tabla N° 5 las recomendaciones de niveles de vitaminas y minerales.

**Tabla N° 2**

Especificaciones nutricionales para dietas de pavos de carne

NUTRIENTES	PREINICIO	INICIO	CRECIM I	CRECIM II	CRECIM III	TERMIN I	TERMIN II
EM (Kcal/kg)	2838	2882	3025	3190	3245	3355	3410
Proteína bruta (%)	28.5	26	23	21	19	18	17
Lisina (%)	1.8	1.62	1.45	1.3	1.1	1	0.9
Metionina (%)	0.7	0.65	0.6	0.56	0.51	0.48	0.42
TSAAs (%)	1.15	1.1	1.02	0.93	0.88	0.8	0.73
Arginina (%)	1.98	1.78	1.6	1.43	1.21	1.1	0.99
Treonina (%)	1.05	1	0.94	0.85	0.72	0.67	0.6
Triptófano (%)	0.32	0.28	0.26	0.24	0.21	0.18	0.15
Ac. Linoeláico (%)	1.5	1.25	1	1	1	1	1
Calcio (%)	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1	0.9
Fósforo disponible (%)	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
Sodio (%)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cloro (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Potasio (%)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6

Fuente: Información técnica de San Fernando para pavos Hybrid, 2011.

**Tabla N° 3**

Proporción de niveles nutricionales: energía para dietas de pavos de carne

	PREINICIO	INICIO	CRECIM I	CRECIM II	CRECIM III	TERMIN I	TERMIN II
<b>NUTRIENTE</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>
Relación Lisina:EM	0.634	0.562	0.401	0.408	0.339	0.298	0.264
Relación Metionina:EM	0.247	0.226	0.201	0.177	0.157	0.143	0.123
Relación TAAS:EM	0.405	0.382	0.341	0.294	0.27	0.238	0.214
Relación Arginina:EM	0.698	0.618	0.529	0.438	0.355	0.306	0.29
Relación Treonina:EM	0.369	0.347	0.313	0.266	0.22	0.2	0.177
Relación Triptófano:EM	0.112	0.097	0.087	0.076	0.064	0.053	0.044

Fuente: Información técnica de San Fernando para pavos Hybrid, 2011.

**Tabla Nº 4**

Programa de alimentación para pavos de carne

	PREINICIO	INICIO	CRECIM I	CRECIM II	CRECIM III	TERMIN I	TERMIN II
Machos para corte	1 a 21	22 a 45	46 a 66	66 a 87	88 a 109	110 a 129	130 al beneficio
Machos para carcasa entera	1 a 21	22 a 43	44 a 63	64 a 83	84 a 103	104 a 121	122 al beneficio
Hembras de corte	1 a 21	22 a 42	43 a 61	62 a 79	80 a 98	99 a 112	133 al beneficio
Hembras para carcasa entera	1 a 21	22 a 36	37 a 56	57 a 75	76 a 92	93 a 108	109 al beneficio
Hembras roaster	1 a 21	22 a 32	22 a 32	51 a 63	na	64 a 77	78 al beneficio

Fuente: Información técnica de San Fernando para pavos Hybrid, 2011.

**Tabla Nº 5**

Especificaciones para la suplementación de vitaminas y minerales

Unidades adicionales por tonelada de alimento

Nutriente	Unidad	Inclusión por edad		
		0 - 28 días	29 - 112 días	> 113 días
Vitamina A	K.i.u.	10000	9000	7000
Vitaminas D3	K.i.u.	5000	2800	1800
Vitamina E	g	80	40	30
Vitamina K	g	5	3	3
Ac. Fólico	g	3	2	2
Ac. Nicotínico	g	70	44	36
Ac. Pantoténico	g	24	14	14
Riboflavina	g	8	5	5
Tiamina	g	5	2	2
Vitamina B6	g	7	5	3
Biotina	mg	200	180	150
Colina	g	800	500	400
Vitamina B12	mg	20	16	16
Yodo	g	2	2	2
Selenio	mg	270	270	270
Cobre	g	20	20	20
Hierro	g	50	20	20
Manganeso	g	110	90	90
Zinc	g	100	70	70

*K.i.u. = miles de unidades internacionales (UI)*

Fuente: Información técnica de San Fernando para pavos Hybrid, 2011.

### 2.1.3. Comportamiento productivo de los pavos

En la tabla N° 6 y en la tabla N° 7 se muestran los estándares del comportamiento productivos de pavos hembras y machos, respectivamente, de la genética Hybrid.

Como se observa, los pavos tienen una mayor velocidad de crecimiento y eficiencia alimenticia en comparación a las hembras. Aunque los machos consumen una mayor cantidad de alimento.

**Tabla N° 6**  
Pesos, consumo de alimentos y conversión alimenticia de pavos hembras

EDAD (SEMANAS)	PESO CORPORAL (KG)	CONSUMO DE ALIMENTO (KG)		CONVERSIÓN ALIMENTICIA	
		SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADA
1	0.15	0.17	0.17	1.15	1.15
2	0.34	0.29	0.46	1.52	1.36
3	0.6	0.43	0.89	1.65	1.49
4	0.98	0.62	1.51	1.65	1.55
5	1.48	0.84	2.35	1.67	1.59
6	2.09	1.06	3.41	1.74	1.63
7	2.77	1.26	4.67	1.86	1.69
8	3.49	1.44	6.11	1.99	1.75
9	4.24	1.61	7.72	2.14	1.82
10	5.01	1.77	9.49	2.31	1.9
11	5.77	1.9	11.39	2.49	1.97
12	6.52	2.02	13.41	2.69	2.06
13	7.26	2.13	15.54	2.9	2.14
14	7.97	2.22	17.76	3.14	2.23
15	8.64	2.3	20.06	3.4	2.32
16	9.29	2.37	22.43	3.69	2.42
17	9.89	2.44	24.87	4.02	2.52
18	10.46	2.5	27.37	4.38	2.62
19	10.99	2.56	29.93	4.8	2.72
20	11.49	2.62	32.55	5.28	2.83

Fuente: Información técnica de San Fernando para pavos Hybrid, 2011.

**Tabla N° 7**

**Pesos, consumo de alimentos y conversión alimenticia de pavos machos**

EDAD (SEMANAS)	PESO CORPORAL (KG)	CONSUMO DE ALIMENTO (KG)		CONVERSIÓN ALIMENTICIA	
		SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADA
1	0.15	0.17	0.17	1.09	1.09
2	0.34	0.3	0.47	1.56	1.35
3	0.7	0.56	1.03	1.58	1.46
4	1.19	0.81	1.84	1.66	1.54
5	1.81	1.08	2.92	1.73	1.61
6	2.56	1.36	4.28	1.83	1.67
7	3.41	1.63	5.91	1.92	1.73
8	4.36	1.91	7.82	2.01	1.79
9	5.37	2.17	9.99	2.13	1.86
10	6.45	2.42	12.41	2.24	1.92
11	7.58	2.65	15.06	2.36	1.99
12	8.73	2.88	17.94	2.5	2.05
13	9.9	3.09	21.03	2.65	2.12
14	11.07	3.29	24.32	2.8	2.2
15	12.24	3.48	27.8	2.98	2.27
16	13.4	3.66	31.46	3.17	2.35
17	14.54	3.83	35.29	3.37	2.43
18	15.65	3.99	39.28	3.59	2.51
19	16.73	4.15	43.43	3.85	2.6
20	17.77	4.31	47.74	4.11	2.69

Fuente: Información técnica de San Fernando para pavos Hybrid, 2011.

#### 2.1.4. Las fitasas

##### a) Características generales:

La fitasa es un tipo de enzima que tiene su uso más extendido en la nutrición de los animales monogástricos siendo comercializada desde 1991 (Selle y colaboradores., 2007 citado por Rubio, 2010). La comercialización de las fitasas mueve más de \$ 250 millones de dólares por año, con un crecimiento de 10 a 15% anual (Cowieson y colaboradores., 2008 citado por Rubio, 2010).

El uso de la fitasa está bien establecido y en los últimos años se ha fortalecido más debido a cambios en la disponibilidad y a los precios de las fuentes de fósforo (fosfato dicálcico) para la alimentación animal y el aumento del costo de otras materias primas como el maíz y la harina de soya, produciendo que el ahorro logrado por la utilización de esta tecnología haya aumentado.

Normalmente las fitasas se clasifican en dos categorías según su origen (fúngicas o bacterianas) o en el lugar donde realizan la primera hidrólisis del fitato, liberando ortofosfato inorgánico (3-fitasa - trabajando inicialmente en la molécula de carbono 3 fitato o 6-fitasa - trabajando inicialmente en el carbono 6 de la molécula de fitato).

Según Igsaban (2000), citado por Rubio (2010) las fitasas bacterianas tienen mayor estabilidad térmica (en particular fitasas de *Bacillus sp*) y una mayor resistencia a la acción proteolítica (en particular la fitasa de *E. coli*), en relación a las fitasas fúngicas. Esa mayor estabilidad a la acción proteolítica puede explicar los resultados encontrados por el Adeolay colaboradores (2006), citados por Rubio (2010) que observaron que las fitasas de *E.coli* aumentaron la cantidad de fósforo disponible (es decir, pueden liberar mayores cantidades de fósforo) en relación con fitasas fúngicas basándose en la mineralización de la tibia de pollo de engorde.

Una característica de los fitatos es formar quelatos los cuales se cristalizan en pH's alcalinos y esta acción es muy importante para la eficiencia *en vivo* de las fitasas. En este sentido, una característica que requieren las fitasas es que sean activas a pH's ácidos (buche - proventrículo - molleja), cuando el ácido fítico es más soluble y pueda ser hidrolizado. A partir de que el bolo alimenticio llega al intestino delgado, las

secreciones pancreáticas incrementan el pH produciendo con esto la formación de cristales y por más que la fitasa esté activa, el sustrato (fitato) ya no estará más disponible, lo que hace que la hidrólisis del fitato se produzca principalmente en los compartimentos digestivos con pH's más ácidos. (Selle y Ravindran, 2007, citado por Rubio, 2010).

Efecto de las fitasas sobre la disponibilidad de nutrientes:

- Aumentan la disponibilidad de fósforo que está ligada a los fitatos. Así la adición de 500 unidades de fitasa/kg de pienso produce una reducción de 33.2 en la excreción de fósforo, así permite disminuir el nivel de este en la dieta de 0.1 unidades porcentuales.
- La acción hidrolítica de la fitasa indirectamente eleva la digestibilidad del calcio. Se estima una equivalencia de 0.73 de calcio para 500 unidades de fitasa/ kg de dieta.
- La adición de fitasas en la dieta de maíz – soya mejora la biodisponibilidad del P y del Zn.
- La fitasa mejora la digestibilidad aparente de la proteína.
- La adición de vitamina E a la dieta suplementada con fitasa incrementa la digestibilidad de los ácidos grasos.

El grado de efectividad de las fitasas depende de la concentración utilizada, de la cantidad de fósforo total y fítico de la dieta, del contenido de calcio y la relación calcio/fósforo. La utilización de fitasas en la nutrición animal es atractiva por sus bajos precios, mejor aprovechamiento de los nutrientes, aumento del rendimiento productivo, y disminución del fósforo en las heces. Ello conlleva a un beneficio del productor y del medio ambiente.

El mayor flujo de minerales al suelo y aguas superficiales determina cambios en la composición natural de los mismos, afectando los ecosistemas naturales.

## **b) Características de las fitasas Quantum 2500 y Optiphos 2000.**

### **b.1) Quantum TM Phytase**

Quantum <sup>TM</sup> Phytase 2500 TR es una 6-fitasa termoestable y de alta eficiencia, con diferenciada acción en el tracto gastrointestinal y con superior rendimiento, que hidroliza el fitato y aumenta la digestibilidad del fósforo ligado a la fitina.

#### **PROPIEDADES**

Quantum <sup>TM</sup> Phytase 2500 TR tiene las siguientes características físicas: color beige claro, microgranulado y parcialmente soluble

#### **ACTIVIDAD**

Quantum <sup>TM</sup> Phytase 2500 XT presenta una actividad mínima de 2500 FTU/g. Las unidades de fitasa (FTU) son determinadas en un sustrato de fitato de sodio a 60° C y pH 4,5.

#### **APLICACIÓN**

Quantum <sup>TM</sup> Phytase 2500 XT es recomendado para inclusión en dietas de monogástricos, alimentados con dietas vegetales o mixtas, con alto contenido de fósforo fítico, y donde se exijan resultados óptimos con confiabilidad.

Quantum <sup>TM</sup> Phytase 2500 XT mejora la utilización del fósforo dietario, a través de la liberación de ortofosfatos de los

ingredientes vegetales, con más eficiencia que las fitasas convencionales. El fósforo fítico es convertido a una forma aprovechable. La cantidad de fósforo dietario puede disminuirse. Reduce la polución por fósforo. Mejor utilización de otros minerales y proteínas. Permite la peletización sin pérdida de la actividad enzimática.

Quantum™ Phytase 2500 XT resiste a condiciones normales de peletización, encontrándose insignificantes pérdidas en situaciones de acondicionamiento con temperaturas de hasta 85°C. Este valor podría fluctuar debido al equipamiento de peletización, forma y lugar de aplicación de la humedad y tiempo de acondicionamiento.

#### DOSIS

- Quantum™ Phytase 2500 XT: entre 100 y 400g/ton para broiler. (3.75 a 15 nuevos soles)
- Quantum™ Phytase 2500 XT: entre 100 y 400g/ton para cerdos. (3.75 a 15 nuevos soles)
- Quantum™ Phytase 2500 XT: entre 80 y 200g/ton para madres y ponedoras en fase de producción (3 a 7.50 nuevos soles).

#### b.1) Optiphos PF 2000

Actividad de la Fitasa (*Pichia pastoris*)..2000 FTU/g\*

*\*Una unidad de Fitasa (FTU) de Pichia pastoris es igual a la cantidad de enzima necesaria para la liberación de 1.0 micromolécula/ minuto.*

OptiPhos PF 2000 es un producto RESISTENTE AL PELETIZADO e indicado para aumentar la digestibilidad del fósforo ligado a la fitina en raciones de aves de corral y cerdos.

#### INDICACIONES

OptiPhos PF 2000 es una fitasa producida para alimentos peletizados de aves de corral y cerdos. OptiPhos PF 2000 agregado en la dieta, permite a los productores reducir la cantidad de fósforo inorgánico costoso en la dieta. Lo que permite la adición de mayor cantidad de energía de bajo costo (granos), produciendo una dieta mejorada.

#### MECANISMO DE ACCIÓN

El OptiPhos PF 2000, siendo una fitasa microbiana, realiza la hidrólisis de ácido fítico e incrementa la disponibilidad de minerales sujetos a este ácido, permitiendo así liberar el fósforo ligado al fitato, incrementando así su biodisponibilidad. OptiPhos PF2000 al ser resistente a la pepsina y al pH del tracto digestivo superior, obtiene mucha mayor actividad en esta zona crítica por tanto se produce 3 veces más liberación de fósforo.

#### ADMINISTRACIÓN Y DOSIS

- Ponedoras: 149 – 248 g/ton de alimento, equivalente a 299,200 – 497,200 (de 5.27 a 5.78 nuevos soles)
- Broilers: 125 – 498 g/ton de alimento; equivalente a 250,800 – 996,600FTU/ton de alimento. (de 4.42 a 17.63 nuevos soles)
- Cerdos: 125 – 498 g/ton de alimento; equivalente a 250,800 – 996,600FTU/ton de alimento. ( de 4.42 a 17.63 nuevos soles)

Debido a las diferencias en las condiciones de fabricación, por ejemplo calentamiento, enfriamiento y humedad presente en diferentes molinos de peletizados, cada cliente debe peletizar su alimento con Optiphos PF 2000 bajo las condiciones propias de su molino para determinar el porcentaje de actividad de la fitasa conservada después de peletizar.

## 2.2 Antecedentes de investigación

### 2.2.1 Uso de fitasas en pollos, cerdos y otros monogástricos

#### a) Uso de fitasas en pollos de carne

**Acosta y et al.** (2007) estudiaron dos fitasas microbianas: Quantum, procedente de *Pichia pastoris* y Natuphos, procedente de *Aspergillus ficuum*, con el objetivo de caracterizar el comportamiento productivo y el metabolismo mineral del pollo. Cuatro tratamientos: control positivo (CP) (0.42 % fósforo disponible, Pd); control negativo (CN) (0.24 % fósforo disponible); con fitasa Natuphos (CN + 500 U/kg) y con fitasa Quantum (CN + 500 U/kg). Al reducir el fósforo disponible (Pd) y no adicionar fitasas (CN) se afectó el peso vivo (1563 vs 1910, 1824 y 1984 g/ave) y la viabilidad (93 vs 97, 97, y 99 %). La conversión alimenticia con la fitasa Natuphos y el CN fueron peores que con la fitasa Quantum y el CP (1.97 y 1.98 vs. 1.82 y 1.89). La degradación ileal de fitato (DIF) y la retención aparente de fósforo (RAP) aumentaron con la adición de las enzimas, lo que aseguró un adecuado aporte de fósforo disponible y garantizó un comportamiento similar al de la dieta alta en fósforo (CP); sin embargo, con la fitasa Quantum estos índices fueron superiores (70 vs 50, 34 y 31 % DIF y 46 vs. 36, 29 y 26 % RAP). La fosfatasa alcalina (FA) se

redujo al adicionar las enzimas con valores similares al CP (599, 605, 610 vs 686 UI/L) y el P sérico ascendió a los valores normales para la especie (5.14, 5.12, 5.0 vs 3.63 mg/%) lo que indicó un adecuado equilibrio mineral. Se puede concluir que el uso de 500 U/kg de las fitasas Natuphos o Quantum, en dietas de pollos de ceba con bajo aporte de Pd (0.24 %), puede optimizar el fósforo dietético y garantizar un comportamiento productivo y homeostasis mineral adecuados. Sin embargo, la enzima Quantum procedente de *Pichia pastoris* fue superior por garantizar mayores ventajas económicas.

**Coppedge** (2011) realizó un experimento para evaluar el efecto de diferentes niveles de fitasa sobre el rendimiento de las aves alimentadas con dietas de maíz/harina de soja con bajo contenido de fósforo disponible. El peso corporal y la ceniza de hueso influyen positivamente con el aumento de los niveles de fósforo disponible. La inclusión de la fitasa influye positivamente en el rendimiento del crecimiento y el porcentaje de ceniza de hueso.

**Salvador et al.** (2007) evaluaron el efecto de un complejo enzimático en dietas con diferente densidad energética y relación carbohidratos: lípidos sobre el desempeño productivo y económico de pollos broilers en la granja experimental de la FMVZ en Ica – Perú. Los resultados encontrados evidenciaron que la dieta de alta densidad energética mejoró significativamente la ganancia de peso ( $p=0,0011$ ) el índice de conversión alimenticia ( $p=0,0066$ ) y el nivel de grasa abdominal ( $p=0,011$ ). La relación C:L en la dieta no afectó significativamente ( $P>0,05$ ) el desempeño de los pollos broilers. La utilización del complejo enzimático Allzyme SSF no afectó negativamente ( $P>0,05$ ) el desempeño productivo, ni la calidad

de carcasa de los pollos broilers. No hubo efecto de interacción entre los factores principales ( $P > 0,05$ ), con una ligera tendencia de Allzyme \* relación (consumo de alimento ( $p = 0,10$ ) y grasa abdominal ( $p = 0,08$ )). La utilización del complejo enzimático Allzyme SSF mejoró los costos de las dietas y favoreció una máxima retribución económica tanto en las dietas de alta y baja densidad energética.

**Bermeo et al.** (2003) evaluaron el efecto de una enzima en dietas con base en maíz -torta de palmiste en la cría y engorde de pollos de carne"; cuyos objetivos fueron: Determinar la eficiencia productiva en el engorde de pollos de carne empleando una enzima en dietas con base en maíz y torta de palmiste y establecer el efecto de los niveles de la torta de palmiste en la cría y el engorde de los pollos de carne. Se evaluó el peso corporal de las aves, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa de mortalidad y análisis Económico. Se utilizó 320 pollitos de la línea genética "Hubbar ISA" de un día de edad. Se aplicó un diseño completamente al azar, se estudió dos factores: La enzima y los niveles de torta de palmiste con cuatro repeticiones bajo un modelo lineal aditivo y obteniéndose la significancia con Tukey ( $P < 0,05$ ). El experimento se analizó en un período total de 7 semanas. Las dietas se calcularon con 23 % de proteína total y 3200 kcal /kg en la fase de cría y 21 % de proteína total y 3200 kcal /kg del alimento seco al aire en la fase de engorde. Hubo diferencias ( $P < 0,05$ ) por efecto de la enzima en el peso de los pollos, consumo, conversión alimenticia y ganancia de peso, obteniendo mayor ganancia, menor consumo y mayor eficiencia alimenticia los tratamientos con enzima. Los niveles de torta de palmiste no se encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ). Las variables de las características de la canal por

efecto de la enzima no difirieron ( $p > 0.05$ ), excepto en el peso de la grasa que fue menor en los tratamientos con enzima. Tampoco hubo diferencias entre los tratamiento ( $p > 0.05$ ) por efecto de los niveles de torta de palmiste. El uso de la enzima tuvo un efecto favorable en el peso de las pollos, disminuyó el consumo de alimento, mejoró la conversión alimenticia, hubo mayor ganancia de peso, el costo de alimentación de los tratamientos no varió mayormente y se mantuvo una baja mortalidad en los tratamientos que utilizaron la enzima.

**Estrada. y Cando (2008)** evaluaron el efecto de Allzyme® SSF en la productividad de pollos de engorde que recibieron dietas en diferentes niveles con (0, 5, 10 y 15%) de harina de coquito, subproducto de la industrialización del fruto de Palma Africana *Elaeis guineensis* el efecto que tiene la enzima en la absorción del alimento ofrecido. Se utilizaron 3136 pollos machos de la línea Arbor Acres Plus alojados en 56 corrales de 1.25 x 3.75 m., con 56 aves por corral a una densidad de 12 pollos por metro cuadrado. El consumo de alimento y agua fue *ad-libitum* utilizando bebederos de nipple y comederos de cilindro. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de harina de coquito (HC) con y sin Allzyme SSF. El uso de Allzyme SSF no influyó en los primeros 35 días de edad del ave, y a los 42 días de edad se observó menor peso, al no utilizar la enzima. En los días 14, 21, 28 y 42 días de edad, al incluir niveles mayores de 5% de harina de coquito se observa una menor ganancia de peso, a pesar de que no se detectó diferencia en cuanto a peso corporal y consumo de alimento en la inclusión de los diferentes niveles de harina de coquito.

**Bol y Bohórquez (2009)** evaluaron el efecto del complejo enzimático Allzyme SSF en dietas a base de maíz, soya y

granos secos de destilería con solubles (DDG's) sobre el desarrollo y características de la canal en pollos de engorde. El estudio tuvo 6 tratamientos (Maíz + soya, Maíz + soya + 10% DDG's, Maíz + soya + 10% DDG's (Dieta reformulada a 75 kcal EM/kg), Maíz + soya + 10% DDG's (Dieta reformulada a 110 kcal EM/kg), Maíz + soya + 10% DDG's + Allzyme® SSF (Dieta reformulada a 75 kcal EM/kg) y Maíz + soya + 10% DDG's + Allzyme® SSF (Dieta reformulada a 110 kcal EM/kg) con 9 repeticiones cada uno. Se concluyó que la inclusión de Allzyme® SSF no incidió ( $P>0.05$ ) en peso corporal, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y peso de canal caliente.

**Morales y Quezada** ( 2008) evaluaron el efecto de Allzyme SSF en la productividad de pollos de engorde que recibieron dietas con granos secos de destilería con solubles (DDG's) y un nivel constante de aceite vegetal. Utilizaron pollos machos de la línea Hubbard x Hi-Y, distribuidos aleatoriamente en 54 corrales (1.25 x 3.75) con 56 pollos cada uno, a una densidad de 12aves/m<sup>2</sup>, por un periodo de 42 días. El consumo de agua y alimento fueron suministrados ad libitum. Como resultados se encontró que el peso corporal, consumo alimenticio, índice de conversión alimenticia y mortalidad no fueron afectadas con la inclusión de Allzyme® SSF, DDG's y un nivel constante de aceite vegetal.

**Pirgozliev et al.** (2007) usaron una fitasa obtenida de *Escherichia coli* en pollos de engorde (0 a 21d de edad y de 21 a 28 de edad) usando dietas bajas en fósforo. Se usó 0, 250, 500 o 2500 unidades de fitasa (FTU)/ kg de alimento. El consumo de alimento y la ganancia de peso aumento de una manera lineal en respuesta a la dosis de fitasa.

## b) Uso de fitasas en gallinas

**Zyla** (2011) realizó un estudio para evaluar los efectos de la suplementación dietética de fitasa B (producto del *Aspergillus niger*) en el consumo de alimento, el rendimiento de la colocación, la calidad de la cáscara de huevo en las gallinas ponedoras. La producción de huevo, aunque numéricamente mayor en las gallinas alimentadas con dietas bajas en Casin enzima añadida, no es significativamente diferente, debido al bajo número de gallinas investigadas y por lo tanto la medida debe considerarse como preliminares y complementarias. La fitasa B aumentó el peso del huevo media alrededor de un 7%el aumento de resistencia a la rotura de la cáscara. La enzima puede modular el peso del huevo, la calidad del cascarón, el fósforo y la retención de calcio en las gallinas ponedoras en dietas en base a maíz-soya.

## c) Uso de fitasas en cerdos

**Martínez et al** (2009) seleccionaron aleatoriamente 128 cerdos mestizos (L35 x YL) en crecimiento para evaluar el efecto de una fitasa microbiana (Quantum), procedente de la levadura *Pichia pastoris*, en los indicadores productivos y en la asimilación del fósforo. Los animales consumieron dos dietas de forma restringida: 1) control: concentrado de maíz y soya y 2) dieta experimental: concentrado de maíz y soya (ajustado nutricionalmente por la matriz de la enzima) + fitasa Quantum 500 U/kg. El peso vivo (24.96 kg y 26.13 kg), las ganancias de peso (325 g y 348 g) y la conversión difirieron entre tratamientos (2.18 y 2.39) a favor del uso de la enzima. La excreción de fósforo total (Pt), fósforo fítico (Pf), calcio (Ca) y nitrógeno (N) se redujo significativamente en el tratamiento con la fitasa. La retención aparente aumentó de forma significativa para el Pt, el Pf y el N, al utilizar la fitasa microbiana en la dieta

de los cerdos en estudio. Se concluye que el empleo de 500 U/kg de la fitasa Quantum en dietas para cerdos en crecimiento incrementa la eficiencia en la utilización del alimento, sin trastornos en el comportamiento productivo, reduce la excreción de Pt, Pf, Ca y N por incremento en su retención y produce mayores ventajas económicas, con ahorro de 78.86 USD/t peso vivo y 117.55 USD/t canal.

**Ilclev** (2010) ejecutó tres ensayos de alimentación de balance con 3 grupos de cerdos machos castrados durante los períodos de inicio, crecimiento y finalización. Los primeros grupos recibieron piensos compuestos sin fitasa exógena. La alimentación del segundo grupo fue suplementado con la enzima búlgaras OptiPhos a 0,01%, y la alimentación del grupo III con la enzima Natuphos. Los resultados mostraron que la inclusión de fitasa exógena permitió disminuir las cantidades de fosfato dicálcico utilizado de 3 a 7 veces. Esto reduce la cantidad de fósforo en la dieta total por 27-30% y el costo de los piensos. La utilización de fitasa mejoró la absorción de fósforo por 28-34% y una disminución de su producción total en un 38-45%, sin ningún tipo de efecto sobre la retención de nitrógeno. Los ensayos realizados no muestran ninguna diferencia significativa entre los efectos de las dos fitasas exógenas utilizadas: OptiPhos y Natuphos.

**Kerr et al.** (2010) evaluaron la capacidad de diferentes fitasas en mejorar la digestibilidad del P en cerdos de finalización. Los cerdos fueron alimentados con Natuphos (Exp. 1), OptiPhos (Exp. 2), Phyzyme (Exp. 3), o Ronozyme P (Exp. 4) a las 0, 200, 400, 600, 800, o 1.000 unidades de fitasa (FTU)/kg. Los cerdos alimentados con Natuphos (Exp. 1) y OptiPhos (Exp. 2) exhibió una lineal y cuadrática ( $P < 0,01$ ) mejora en la digestibilidad del

P con el aumento de los niveles de fitasa dietética, mientras que los cerdos alimentados con Phyzyme (Exp. 3) y Ronozyme P (Exp. 4) mostraron una relación lineal ( $P < 0,01$ ) mejora en la digestibilidad aparente de P con niveles crecientes de fitasa dietética. La mejora en la digestibilidad aparente de P con el aumento de los niveles de fitasa dietética fue lineal ( $P < 0,01$ ) para Natuphos, Phyzyme y RonozymeP, pero fue lineal y cuadrática ( $P < 0,01$ ) para OptiPhos. Con base en la regresión el análisis, la liberación de P inorgánico a 500 FTU / kg se prevé que sea 0,070, 0,099, 0,038, y 0,030% para Natuphos, OptiPhos, Phyzyme y Ronozyme P, respectivamente.

#### d) Uso de fitasas en cuyes

**Bonet** (2011) evaluó dos fitasas comerciales (Quantum y Allzyme SSF). Observó un mayor consumo diario de materia seca por cuy con Quantum frente a la enzima SSF (63.10 vs 55.0 gr de MS/cuy/día). Las ganancias diarias promedio fueron de 14.4 y 17.0 gramos por cuy para los tratamientos con Allzyme SSF y Quantum, respectivamente. Asimismo, las conversiones alimenticias calculadas fueron de 3.93 y 3.75 para los tratamientos con Allzyme y Quantum. El mérito económico, medido como el costo total de alimentación para lograr una ganancia de 1 kilo de peso vivo, fueron de 3.80 y 3.65 nuevos soles para las raciones con la enzima Allzyme SSF y Quantum, respectivamente. Bonet concluye que el mérito económico no es desfavorable al uso de enzimas y que con la enzima quantum se logra una ganancia significativamente mayor a la ración testigo.

**Riquelme** (2012) evaluó el complejo enzimático Ronozyme, conjuntamente con las fitasas Quantum y Optiphos en cuyes en crecimiento. El uso de Optiphos sólo o la combinación de

Quantum con Ronozyme permitieron ganancias superiores sobre el resto de tratamientos.

### 2.2.2 Uso de fitasas en pavos

**La Comisión Técnica de Aditivos de Europa (2008)**, sobre la eficacia del uso de fitasas en pavos de engorde, observó efectos significativos sobre la ganancia diaria de peso con la suplementación de 1000 FTU kg<sup>-1</sup> La fitasa Quantum.

**Pirgozliev *et al.* (2007)** compararon las respuestas de los pollos de engorde jóvenes directamente con las respuestas de los pavos a diferentes concentraciones de fitasa dietéticos (0, 250, 500, o 2.500 unidades de fitasa). Los pollos crecieron más rápidamente y consumieron más que los pavos durante todo el estudio. En ambas especies el consumo de materia seca aumento con el incremento de la enzimas, aunque en mayor magnitud en pollos (de 34.4 gramos a 40.9 gramos de 0 a 2.500 unidades de fitasa en pollos y de 32.9 a 37.8 gramos en pavos para el mismos rango de unidades de fitasa). La ganancia mejoró de 28.9 gramos 34.1 gramos en pollos y de 17.6 a 21.2 gramos en pavos con el incremento de fitasas de 0 a 2500 unidades. La eficiencia alimenticia (ganancia/consumo) fue similar para los diferentes tratamientos en pollos (0.823 a 0.839), pero en pavos mejoró de 0.534 a 0.615 con 500 unidades de fitasa, no justificando usarlo en mayores niveles.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Localización del trabajo

###### a) Localización espacial

El desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación se realizó en una granja de Umopalca, distrito de Sabandia, Provincia y Departamento de Arequipa. Situado a una altura de 2 390 m.s.n.m. en las afueras de la ciudad de Arequipa.

El distrito de Sabandia está localizado en las siguientes coordenadas: Longitud Oeste: 75° 45' 10'' a 71° 26' 45 y Latitud Sur: 16° 25' 45'' a 16° 27' 15'' (Autodema, 2007).

Linda al norte con los distritos de Paucarpata y Chiguata; al sur con Socabaya; al este con Characato; y al oeste con los de Paucarpata y Socabaya. (Municipalidad Distrital de Sabandia, 2012).

###### b) Localización temporal

La investigación fue realizada en el periodo comprendido entre los meses de septiembre a noviembre del 2012.

##### 3.1.2. Material biológico

231 pavos en la etapa de recría (de 3 a 6 semanas de edad).

### 3.1.3. Insumos experimentales

Fueron utilizadas dos fitasas microbiales, procedentes de la levadura *Pichia pastoris*:

- a) Quantum Phytase 2500 TR es una fitasa de origen bacteriana, termoestable y de alta eficiencia, con diferenciada acción en el tracto gastrointestinal y con superior rendimiento, que hidroliza el fitato y aumenta la digestibilidad del fósforo ligado a la fitina.
- b) OptiPhos PF 2000 es un producto RESISTENTE AL PELETIZADO e indicado para aumentar la digestibilidad del fósforo ligado a la fitina en raciones de aves de corral y cerdos.

### 3.1.4. Materiales de campo

#### a) Materiales de Campo

- Malla de pescador
- Cáscara de arroz
- Controles de campo

#### c) Materiales de Escritorio

- Balanza de precisión (aproximación al gramo)
- Comederos tipo tolva
- Bebederos automáticos
- Mochila fumigadora
- Calculadora y computadora

### 3.1.5 Instalaciones

Se utilizó un galpón con paredes de material noble de un metro de altura alrededor del galpón. Completándose con mallas de alambre en forma de coco.

En el interior del galpón se formaron tres corrales con malla de pescador, dentro de los cuales se instaló comederos tipo tolva y bebederos automáticos.

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Muestreo

#### a) Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra fue de 231 pavos de la línea Hybrid de ambos sexos, con un peso promedio de  $710 \pm 140$  gramos.

#### b). Procedimientos de muestreo

Se usó el total de animales disponibles en la granja,

### 3.2.2 Formación de unidades experimentales de estudio

Los animales fueron divididos en tres grupos de 77 pavos cada uno, buscando uniformidad de pesos y sexos, de modo que cada grupo tuvo un peso promedio similar.

Los animales fueron agrupados a las dos semanas de edad y fueron sometidos a un periodo de acostumbramiento de una semana. Posteriormente, recibieron las raciones experimentales por tres semanas (hasta concluir la etapa de recría, a los 42 días de edad).

### 3.2.3 Tratamientos

Fueron elaboradas tres raciones experimentales considerando los requerimientos nutricionales de los pavos en recría de 3 a 6 semanas, la disponibilidad de insumos y su valor nutritivo y las matrices nutricionales de las enzimas experimentales.

TRATAMIENTOS	RACIÓN
T1	Testigo (sin fitasas)
T2	Quantum 2500
T3	Optiphos 2000

**Tabla Nº 8**

Composición porcentual de los tratamientos experimentales

INSUMOS	T1	T2	T3
Maíz amarillo	40.977	42.5	42.5
Torta de soya 45%	35	35	35
Harina integral de soya	12	12	12
Harina pescado 67%	3.47	3.42	3.42
Fosfato monodivalente	2.97	2.2	2.2
Carbonato de calcio	2	2.1	2.1
Aceite de soya	2.25	1.45	1.45
DL Metionina	0.3	0.28	0.28
Sal común	0.25	0.25	0.25
Premezcla vitamínico mineral	0.15	0.15	0.15
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15
L Lisina	0.133	0.13	0.13
Cloruro de colina	0.1	0.1	0.1
Secuestrante micotoxinas	0.05	0.05	0.05
Licomicina- espectinomycin 44%	0.05	0.05	0.05
Dimetridazol	0.05	0.05	0.05
DOT	0.05	0.05	0.05
Halquinol	0.025	0.025	0.025
Levadura de cerveza	0.025	0.025	0.025
<b>Fitasa Quantum</b>	<b>0</b>	<b>0.02</b>	
<b>Fitasa Optiphos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.02</b>
TOTAL	100	100	100
Costo (Soles/kilo)	1.784	1.740	1.739

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 9**

Valor nutritivo de las raciones experimentales

NUTRIENTES	T1	T2	T3
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2882	2882	2882
Proteína total (%)	26.2	26.3	26.3
Grasa total (%)	6.82	6.06	6.06
Ácido linoleico (%)	3.42	3.03	3.03
Almidón (%)	30.8	31.8	31.8
Fibra cruda (%)	3.34	3.37	3.37
Carbohidratos solubles (%)	43.8	44.9	44.9
Cenizas (%)	7.77	7.15	7.15
Calcio (%)	1.4	1.4	1.4
Fósforo total (%)	1.07	1.04	1.04
Fósforo disponible (%)	0.7	0.7	0.7
Potasio (%)	0.99	0.99	0.99
Sodio (%)	0.18	0.19	0.19
Cloro (%)	0.204	0.204	0.204
Lisina (%)	1.62	1.62	1.62
Lisina digestible (%)	1.47	1.47	1.47
Metionina + cistina (%)	1.1	1.1	1.1
Metionina + Cistina Digest (%)	0.99	0.99	0.99
Triptófano (%)	0.328	0.33	0.33
Arginina (%)	1.78	1.78	1.78

Fuente: elaboración propia

### 3.2.4 Métodos de evaluación

#### a) Metodología de la experimentación.

Durante las primeras dos semanas, los pavos estuvieron juntos, dividiéndoseles recién al iniciar la tercera semana, de modo que pudieron acostumbrarse al nuevo manejo.

A las tres semanas de edad, los pavos fueron pesados, haciéndoseles el seguimiento semanal. A las seis semanas se registró el peso final (fin de la etapa de recría).

Los alimentos fueron suministrados pesados y se registró los sobrantes en forma permanente para determinar el consumo real del alimento y de, este modo, tener la información

necesaria para calcular las conversiones alimenticias y el mérito económico.

Se continuó con el programa de manejo y sanidad establecido en la granja.

### **b) Recopilación de la información**

- En el campo

La información fue tomada directamente con la evaluación de los cuyes experimentales. Asimismo, se tomó el precio de mercado de los alimentos usados.

- En la biblioteca
  - Libros relacionados al tema.
  - Revistas científicas especializadas.
- En otros ambientes generadores de la información científica
  - Internet páginas Web relacionadas al tema.
  - Eventos científicos relacionados nacionales e internacionales.

### **3.2.4 Variables de respuesta**

#### **a). Variables independientes**

- Raciones experimentales (inclusión de fitasas)

#### **b). Variables dependientes**

- Consumo de alimentos
- Ganancia de peso vivo
- Conversión alimenticia
- Mérito económico

### 3.3 Evaluación estadística

#### 3.3.1 Unidades experimentales

Cada uno de los pavos proporcionará información para la evaluación de los tratamientos.

#### 3.3.2 Análisis estadísticos

Diseño completamente al azar con tres tratamientos y setenta y siete repeticiones.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	2
Error experimental	228
Total	230

El modelo estadístico seguido es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

**Donde:**

i= Número de tratamientos

j= Número de repeticiones

u = Efecto de la media general del experimento

T<sub>i</sub> = Efecto de los tratamientos

E<sub>ij</sub> = Efecto aleatorio del error experimental.

Para determinar la diferencia entre los tratamientos se usó la prueba de significancia de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Consumo de alimentos

En el cuadro N°1 y gráfico N°1 se muestran los promedios de consumos de alimentos, en forma semanal y total (fase de inicio de 3 semanas) de los pavos alimentados con las diferentes raciones experimentales.

**CUADRO N° 1**

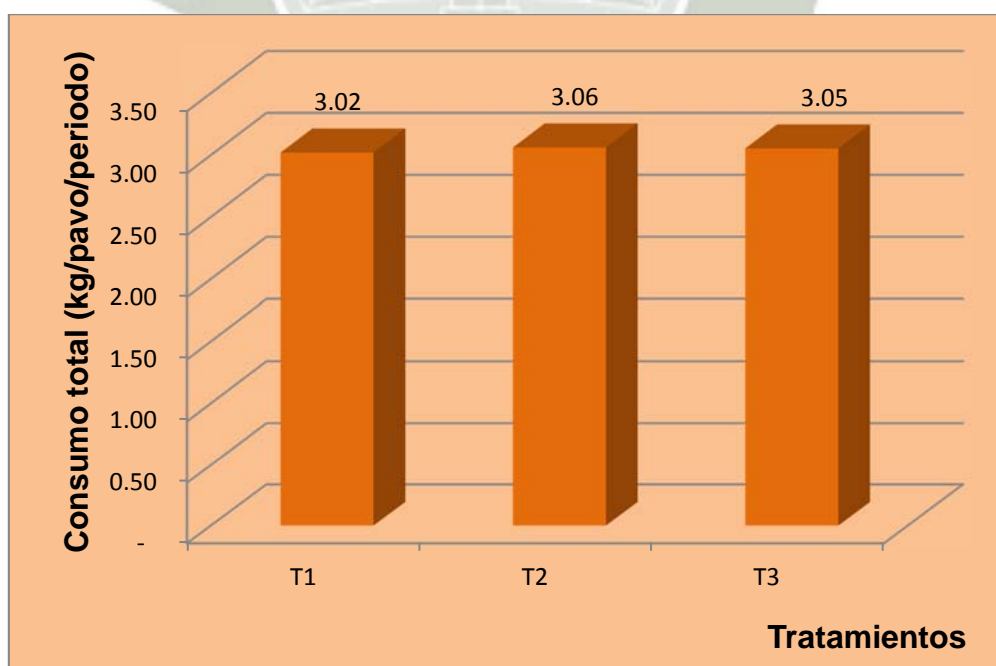
Consumo de alimentos con los diferentes tratamientos experimentales

Tratamientos		Consumo de alimentos			
		4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	Total
<b>T1</b>	Testigo	0.722	0.978	1.320	3.020
<b>T2</b>	Quantum	0.726	0.990	1.346	3.062
<b>T3</b>	Optiphos	0.740	0.992	1.322	3.054
<b>Estándar(*)</b>		0.495	0.960	1.210	2.665

\* Promedio para ambos sexos

**GRÁFICO N° 1**

Consumo de alimentos totales con las diferentes raciones experimentales



Como se aprecia en el cuadro N° 1, los consumos son muy similares con las diferentes raciones experimentales. En términos totales, se observa un ligero mayor consumo con el uso de las enzimas, 1.37% más con la enzima quantum y, 1.1% más con la enzima Optiphos, respecto al consumo medido con la ración testigo (sin enzimas).

Comparativamente a las tablas publicadas sobre el consumo para pavos Hybrid (ver tablas N° 6 y N° 7) se aprecia un 13% más de consumo de alimentos. Aspecto que puede estar influenciado por el medio ambiente en el que se criaron las aves.

Han sido publicados resultados con el uso de la enzima y su efecto sobre el consumo. **Bermeo et al** (2003) evaluó el efecto de una enzima en dietas en base a maíz y torta de palmiste en la cría y engorde de pollos de carne. Estos autores encontraron que la enzima disminuyó el consumo de alimentos, mejorando la ganancia y la conversión alimenticia

También hay autores que reportan que el uso de la enzima no tiene efectos sobre el consumo. **Estrada y Cando** (2008) usaron la enzima Allzyme SSF en raciones de pollos de engorde, con diferentes niveles de harina de coquito. Estos autores no detectaron diferencias importantes en el consumo de alimentos, pero si un menor peso a los 42 días de edad, al no usar la enzima.

**Bol y Bohórquez** (2009) evaluaron el complejo enzimático Allzyme SSF en raciones de pollos, en base a soya, maíz y DDG's. Concluyeron que la inclusión de la enzima no afectó el consumo y los demás parámetros productivos. En forma similar, Morales y Quezada (2008) al evaluar la misma enzima en raciones con soya y DDG's más aceite, tampoco encontraron efectos sobre el consumo de alimentos y otros parámetros productivos.

También existen reportes, que aseguran que el uso de fitasas mejora el consumo de alimentos en los animales. **Pirgozliev *et al.*** (2007) usaron una fitasa obtenida de *Escherichia coli* en raciones de pollos de engorde usando dietas bajas en fósforo. Concluyen que el consumo de alimento y la ganancia de peso aumentan de una forma lineal en respuesta a la dosis de fitasa.

**Bonet** (2011) alimentó a cuyes con raciones que incluían dos fitasas comerciales, encontrando una mejora en el consumo de alimentos con una de las fitasas, la que logró mejores ganancias de peso vivo.

En este experimento, no se encontró diferencias importantes en el consumo de alimentos con la inclusión de las enzimas, coincidiendo con aquellos autores que no reportan variación en el consumo por efecto de la adición de enzimas exógenas.

#### 4.2 Peso vivo

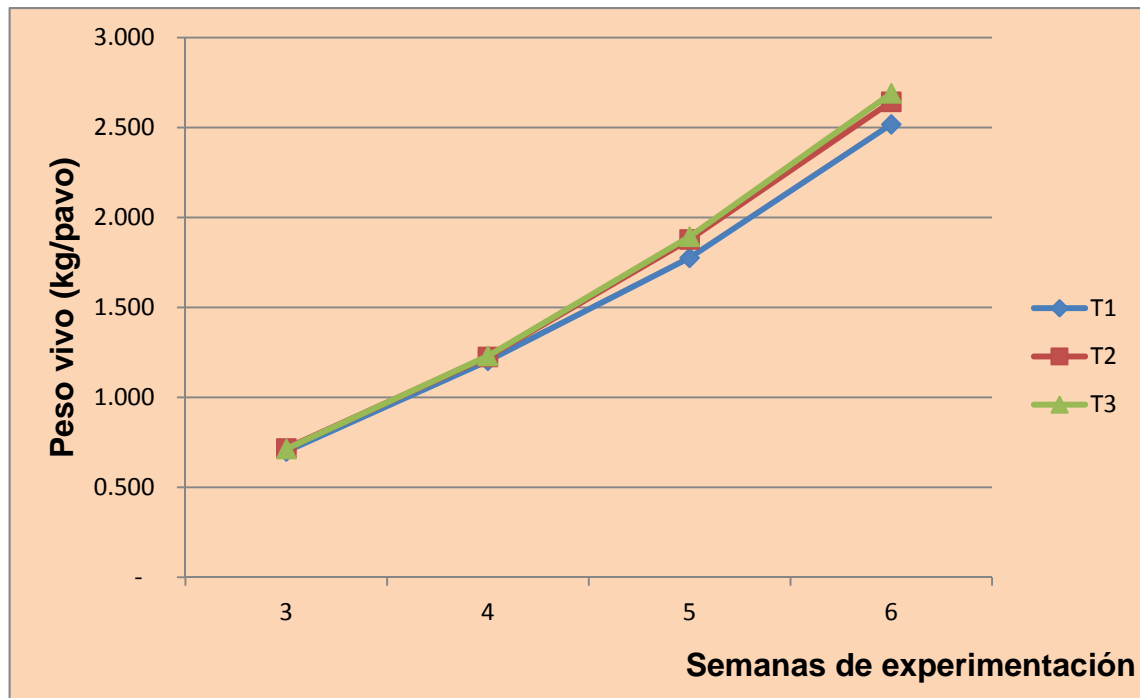
En el cuadro N° 2 y gráfico N° 3 se puede observar la variación del peso vivo de los animales alimentados con las diferentes raciones experimentales.

CUADRO N° 2  
Variación promedio de los pesos vivos con las diferentes raciones experimentales

Tratamientos		Pesos			
		3ra Semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana
<b>T1</b>	Testigo	0.700	1.204	1.776	2.519
<b>T2</b>	Quantum	0.717	1.226	1.879	2.644
<b>T3</b>	Optiphos	0.714	1.231	1.894	2.691
<b>Estándar<sup>(*)</sup></b>		0.650	1.085	1.645	2.325

\* Promedio para ambos sexos

GRÁFICO N° 2  
Variación promedio de los pesos vivos de los pavos con las  
diferentes raciones experimentales



El peso vivo de los pavos, al inicio del experimento, fue muy similar (710 gramos en promedio). A la primera semana de evaluación (4ta semana de edad), los pesos continúan iguales, sin embargo a partir de la segunda semana, los pesos de los pavos alimentados con las raciones con enzimas superan significativamente a los correspondientes a la ración testigo. Al final del experimento (6ta semana de edad) se observa ligera ventaja del tratamiento T3 (con Optiphos) frente al tratamiento T2 (con Quantum) y bastante ventaja de estos dos tratamientos con el testigo (T1).

### 4.3 Ganancia de peso vivo

En el cuadro N° 3 y gráfica N° 4 se aprecian las ganancias diarias promedio de peso vivo en los animales alimentados con las diferentes raciones experimentales.

CUADRO N° 3  
Ganancia de peso promedio obtenida con las diferentes raciones  
experimentales

Tratamientos		Ganancia de peso			
		4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	Total
T1	Testigo	0.505	0.572	0.743	1.819 <sup>a</sup>
T2	Quantum	0.509	0.653	0.765	1.927 <sup>b</sup>
T3	Optiphos	0.517	0.664	0.797	1.977 <sup>b</sup>
Estándar(*)		0.435	0.560	0.680	1.675

\* Promedio para ambos sexos

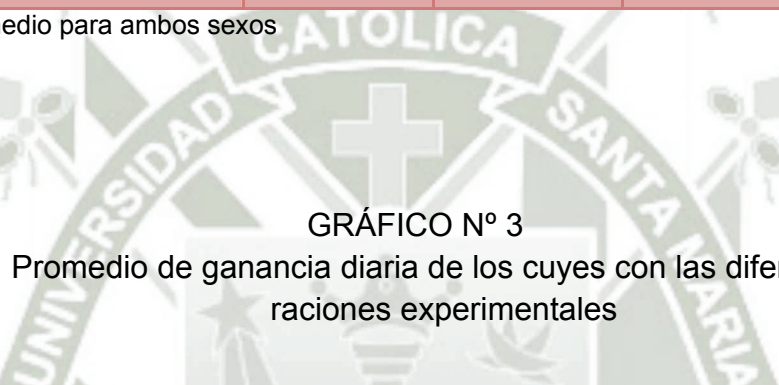
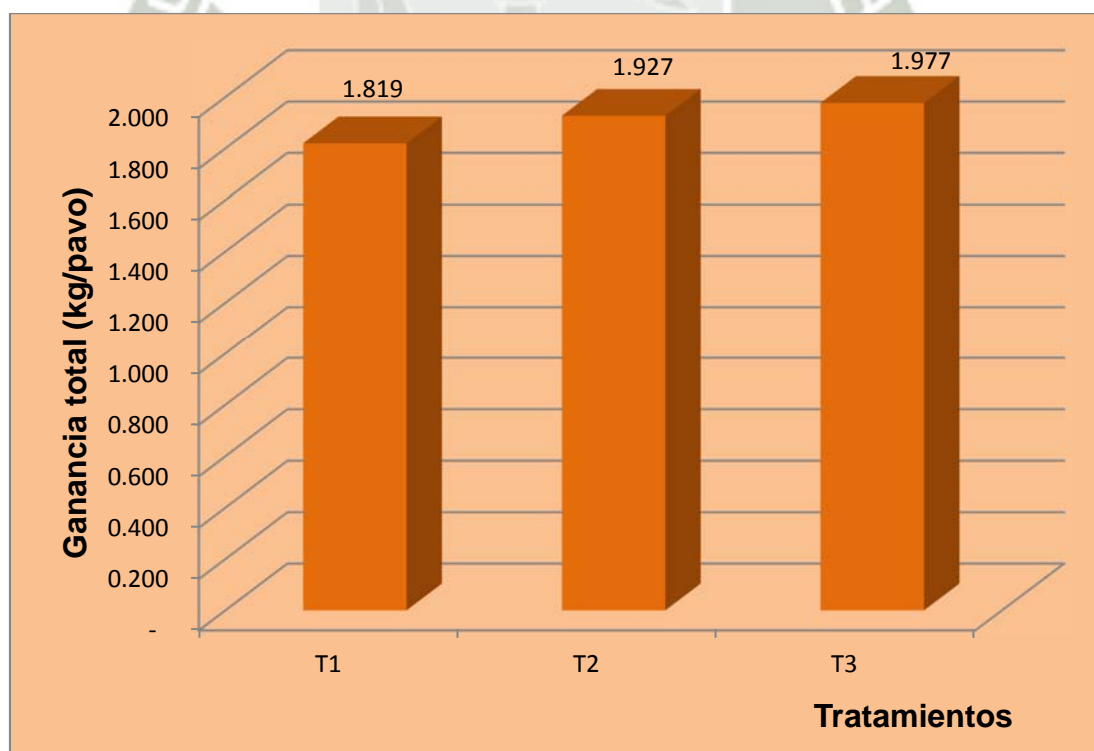


GRÁFICO N° 3  
Promedio de ganancia diaria de los cuyes con las diferentes  
raciones experimentales



Como se aprecia en el cuadro N° 3 los pavos alimentados con las raciones T2 y T3 tuvieron mejores ganancias que las registradas con la ración testigo. Con la enzima quantum las ganancias promediaron 1.927, 6% mayor al tratamiento testigo. Con la enzima Optiphos, las ganancias fueron de 1.977 gramos en promedio, 8.7% superior al testigo y 2.6% superior a la ración con Quantum.

Al análisis estadístico se encontró ganancias superiores ( $p < 0.01$ ) con las raciones conteniendo las enzimas. No hubo diferencias significativas entre las dos enzimas para esta variable.

El uso de las enzimas permite liberar fósforo de los alimentos, especialmente de subproductos de oleaginosas y subproductos de cereales. Ello implica el uso de menores cantidades de fuentes de fosfato. Asimismo, para muchas enzimas se han calculado matrices que implica la liberación de nutrientes valiosos como energía y aminoácidos.

Varias investigaciones han comprobado, en ese sentido, la ventaja de usar raciones con bajos niveles de fósforo, más las enzimas. **Acosta et al.** (2007), estudio las enzimas Quantum y Natuphos en el comportamiento productivo de pollos alimentados con bajos niveles de fósforo disponible. Ellos concluyen que el uso de 500 U/kg de las fitasas Natuphos o Quantum, en dietas con bajo aporte de Pd (0.24 %), puede optimizar el fósforo dietético y garantizar un comportamiento productivo y homeostasis mineral adecuados. Sin embargo, la enzima Quantum, procedente de *Pichia pastoris*, fue superior por garantizar mayores ventajas económicas.

**Coppedge** (2011) evaluó raciones con bajo contenido de fósforo disponible. Encontró que la inclusión de la fitasa influye positivamente en el rendimiento del crecimiento y el porcentaje de ceniza de hueso.

**Salvador et al.** (2007) evaluaron un complejo enzimático con raciones de diferentes concentración energética y relación carbohidratos: lípidos sobre

el comportamiento de pollos. Concluyen que si bien a mayor energía se evidencia mejor comportamiento, el uso del complejo enzimático Allzyme SSF mejoró los costos de las dietas y favoreció una máxima retribución económica tanto en las dietas de alta y baja densidad energética.

**Bermeo et al.** (2003) evaluaron dietas en base a maíz y torta de palmiste en el comportamiento de pollos de carne. Los autores reportaron que el uso de la enzima tuvo un efecto favorable en el peso de los pollos, disminuyó el consumo de alimento, mejoró la conversión alimenticia, hubo mayor ganancia de peso, el costo de alimentación de los tratamientos no varió mayormente y se mantuvo una baja mortalidad.

**Estrada y Cando** (2008) evaluaron la enzimas Allzyme SSF en pollos de engorde alimentados con harina de coquito. Según los autores, el uso de la enzima no influye durante los primeros 35 días de edad, pero a los 42 días se observó un mayor peso vivo. Contrariamente, **Bol y Bohórquez** (2009) y **Morales y Quezada** (2008) encontraron que la inclusión de Allzyme® SSF no incidió ( $P>0.05$ ) en peso corporal, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y peso de canal caliente.

**Pirgozliev et al.** (2007) usaron una fitasa producida por *E. coli* en niveles crecientes (0, 250, 500 y 2500 FTU/kg). Reportaron que la ganancia de peso mejoró de manera lineal en respuesta a la dosis de fitasa.

**Zyla** (2011) evaluó una fitasa producida por *Aspergillus niger* en raciones de gallinas de postura. Como resultados encontró un incremento en 7% en la producción de huevos y, también, resistencia a la ruptura a la cáscara.

En forma similar a lo observado en aves, en porcinos el uso de las fitasas ha influido en un mejor comportamiento productivo de los cerdos. **Martinez et al.** (2009) usó Quantum en cerdos alimentados con dietas en base a maíz soya. Los indicados autores reportaron mayores ganancias de peso

con la enzima, asimismo, una mayor retención de calcio, fósforo y nitrógeno.

**Ilclev** (2010) evaluaron las fitasas Optiphos y Natuphos en cerdos en crecimiento. Una de las principales ventajas fue el menor uso de fosfato dicálcico. Se pudo medir, también una mejora en 28 a 34% la absorción de fósforo. No se encontró diferencias entre ambas fitasas.

**Kerr et al.** (2010) evaluaron cuatro fitasas: Natuphos, Optiphos, Physyme y Ronozyme P en cerdos de finalización. Las mejores respuestas en digestibilidad de fósforo se dio con las enzimas Natuphos y Optiphos, con una tendencia a ser mejor de esta última enzima.

**Bonet** (2011) encontró ventajas significativas en ganancia de peso de cuyes en crecimiento usando la fitasa Quantum. Por su lado, Riquelme (2012) reportó que las fitasas Quantum y Optiphos son eficientes sobre el crecimiento de cuyes jóvenes.

Como se puede ver, las respuestas observadas en pollos, cerdos y cuyes a favor de las enzimas sobre el mayor crecimiento de estos animales, también se observa en el crecimiento de los pavos. En forma similar a lo observado en varias investigaciones, las enzimas evaluadas, en la presente investigación, son las más efectivas. Asimismo, resulta interesante comprobar la tendencia a la superioridad de la enzima Optiphos.

Resulta interesante indicar la superioridad de los tratamientos con relación a los estándares publicados en las tablas. Según el comportamiento de pavos tipo Produss, en promedio (entre machos y hembras), los pavos en la etapa de inicio (de 3 a 6 semanas) deben ganar 1.675 kilos. Sin embargo las ganancias obtenidas en este experimento, van de 1.819 a 1.977 kilos.

#### 4.4 Conversiones alimenticias

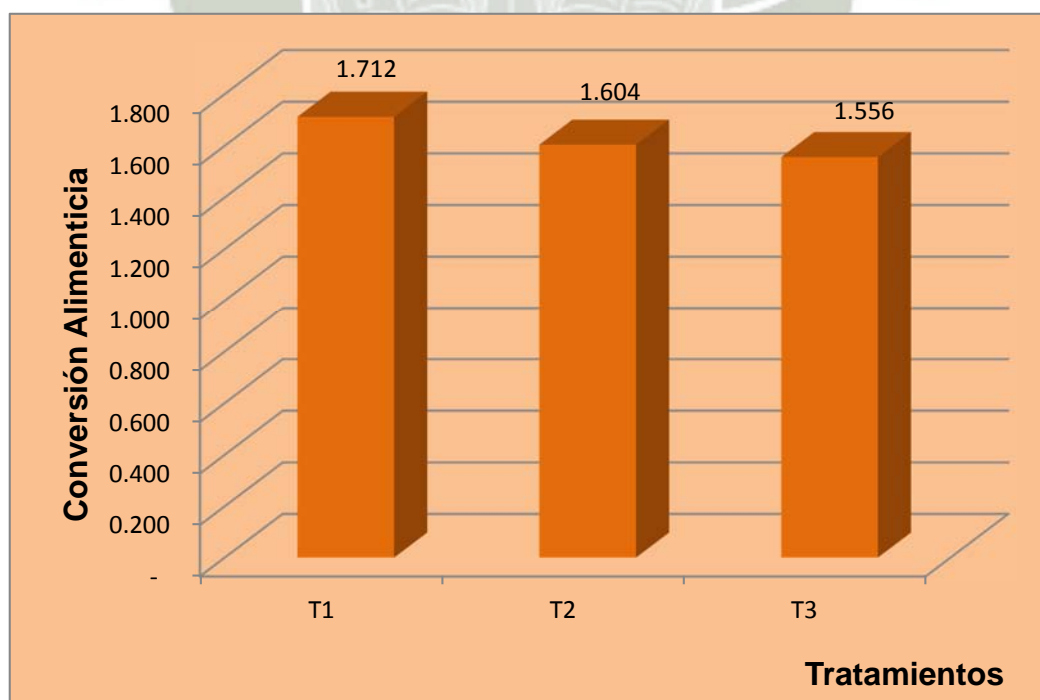
En el cuadro N° 4 y gráfico N° 5 están las conversiones alimenticias calculadas para las diferentes raciones experimentales.

CUADRO N° 4  
Conversión alimenticia promedio calculada para las diferentes raciones experimentales

Tratamientos		Conversión Alimenticia			
		4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	Total
T1	Testigo	1.722	1.938	2.097	1.712 <sup>a</sup>
T2	Quantum	1.608	1.642	1.758	1.604 <sup>a</sup>
T3	Optiphos	1.582	1.597	1.750	1.556 <sup>b</sup>
Estándar(*)		1.655	1.700	1.785	1.591

\* Promedio para ambos sexos

GRÁFICO N° 4  
Promedio de conversiones alimenticias con las diferentes raciones experimentales



Como se aprecia en el cuadro N° 4, las conversiones alimenticias disminuyen con el uso de las raciones con enzimas. La conversión bajo en 6.3% con la enzima Quantum y en 9.1% con la enzima Optiphos, con relación a la ración testigo. Al análisis estadístico, no obstante, no se observan diferencias significativas entre el tratamiento testigo (T1) y el tratamiento con Quantum (T2), pero si entre los tratamientos Testigo (T1) y el tratamiento con Optiphos (T3).

En diversas investigaciones se ha observado este mismo comportamiento, una mejora en la conversión alimenticia con diferentes enzimas evaluadas. **Acosta et al.** (2007) encontró mejores conversiones alimenticias con la enzima Quantum en raciones con bajos niveles de fósforo disponible.

**Bermeo et al.** (2003) observaron mejoras en las conversión alimenticia en pollos alimentados con dietas en base a soya y torta de paslmiste.

Algunos autores en sus estudios reportaron que la enzima SSF no mejora la conversión alimenticia y otros parámetros de importancia (**Estrada y Cando**, 2008; **Bol y Bohórquez**, 2009; **Morales y Quezada**, 2008)

Asimismo, **Martínez et al.** (2009) determinaron una mejora significativa en la conversión alimenticia en cerdos en crecimiento.

En cuyes también han sido evaluadas diferentes enzimas en cuyes, observándose mejoras significativas en los principales parámetros productivos, especialmente con las enzimas Optiphos y Quantum.

Como se aprecia en estos resultados, donde la conversión alimenticia se ve favorecida con el uso de fitasas, los resultados de la presente investigación siguen la misma tendencia. En este caso, es notorio subrayar la mejor eficiencia lograda con la enzima Optihos, como ha sucedido en otras investigaciones.

Al comparar los resultados de la presente investigación los valores de conversión alimenticia publicados en la guía de pavos Produss, encontramos resultados muy similares usando la enzima Quantum, pero superiores usando la enzima Optiphos (1.556 obtenido con la enzima Optiphos frente a 1.591 publicado en las tablas).

#### 4.5 Mérito económico

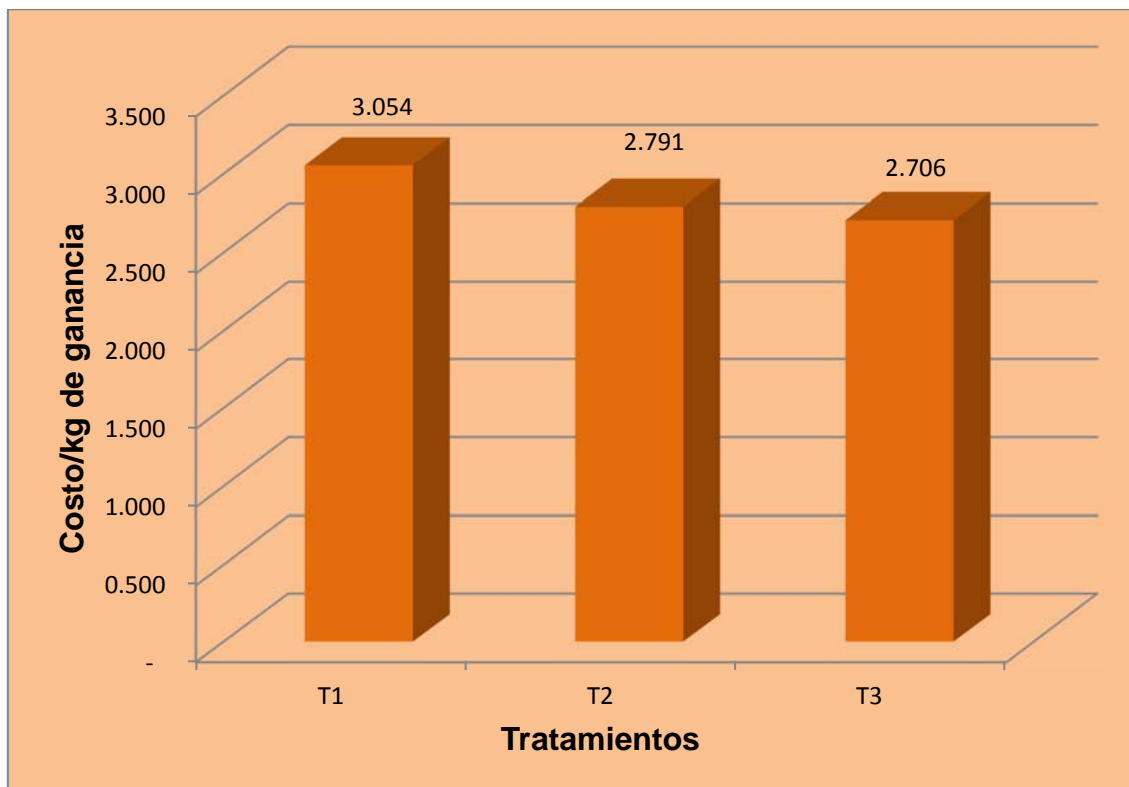
En el cuadro N° 5 y gráfico N° 5 aparecen los datos base (consumo, costo de la alimentación y ganancia total de peso vivo) para calcular los costos de alimentación correspondientes a una ganancia de 1 kilo de peso vivo, para todos los tratamientos experimentales.

CUADRO N° 5

Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales

Tratamientos		Mérito económico			
		Consumo	Costo alimento/kg	Ganancia total	Mérito económico
T1	Testigo	3.020	1.784	1.819	3.054 <sup>a</sup>
T2	Quantum	3.062	1.740	1.927	2.791 <sup>b</sup>
T3	Optiphos	3.054	1.739	1.977	2.706 <sup>c</sup>

GRÁFICO N° 5  
Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales



Los costos de alimentación son significativamente menores con las raciones experimentales con enzimas (T2 y T3) respecto al tratamiento testigo (T1). Con el tratamiento T2 los costos de alimentación para una ganancia de 1 kilo son 8.6% menores y con el tratamiento T3, 11.4% menores que los calculados para el tratamiento testigo. Estadísticamente hay diferencias entre los resultados de todos los tratamientos.

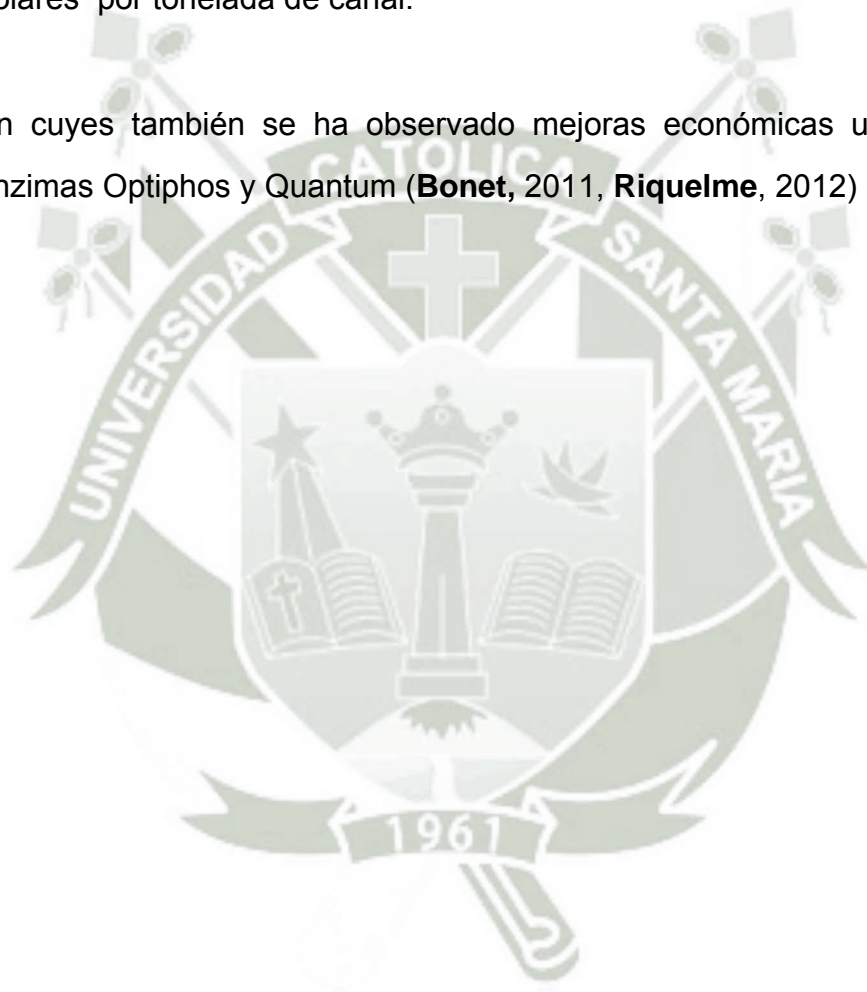
Estas mejoras económicas usando las enzimas han sido reportadas por varios autores. En pollos de carne, Acosta et al (2007) encontró mayores ventajas económicas con la enzima Quantum. Salvador et al

(2007) reportó que la enzima Allzyme SSF favoreció a una máxima retribución económica en la alimentación de pollos.

Algunos autores no observaron mejoras económicas al usar las enzimas.

**Bermeo et al.** (2003) publico que el uso de la enzima evaluada no provoco cambios en los costos de alimentación. **Martínez et al.** (2009) usando Quantum en cerdos de engorde se logró un ahorro de 117.55 dólares por tonelada de canal.

En cuyes también se ha observado mejoras económicas usando las enzimas Optiphos y Quantum (**Bonet**, 2011, **Riquelme**, 2012)



## V CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, utilizando diferentes niveles de rastrojo de quinua sobre la performance cuyes en crecimiento, llevan a las siguientes conclusiones:

1. El uso de las enzimas Quantum y Optiphos, procedentes de la levadura *Pichia pastoris*, no influyen sobre el consumo de alimentos de pavos en la etapa de inicio (de 3 a 6 semanas), habiéndose registrado consumos de 3.020, 3.062 y 3.054 kilos para los tratamientos testigo (T1), con la enzima Quantum (T2) y con la enzima Optiphos (T3), respectivamente.
2. Las ganancias de peso mejoran significativamente con el uso de las enzimas evaluadas, siendo mayor con la enzima Optiphos que con la Quantum. Así se determinó ganancias de 1.819, 1.927 y 1.977 kilos, en tres semanas de experimentación (3 a 6 semanas), para el tratamiento T1, T2 y T3, respectivamente.
3. Las conversiones alimenticias mejoran significativamente con el uso de las enzimas evaluadas, siendo mayor con la enzima Optiphos que con la Quantum. Así se determinó conversiones de 1.71, 1.60 y 1.56, en tres semanas de experimentación (3 a 6 semanas), para el tratamiento T1, T2 y T3, respectivamente.
4. Los méritos económicos mejoran significativamente con el uso de las enzimas evaluadas, más con la enzima Optiphos que con la Quantum. Así se calculó méritos económicos de 3.05, 2.79 y 2.71 nuevos soles por kilo de ganancia, en tres semanas de experimentación (3 a 6 semanas), para el tratamiento T1, T2 y T3, respectivamente.

## VI RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere lo siguiente:

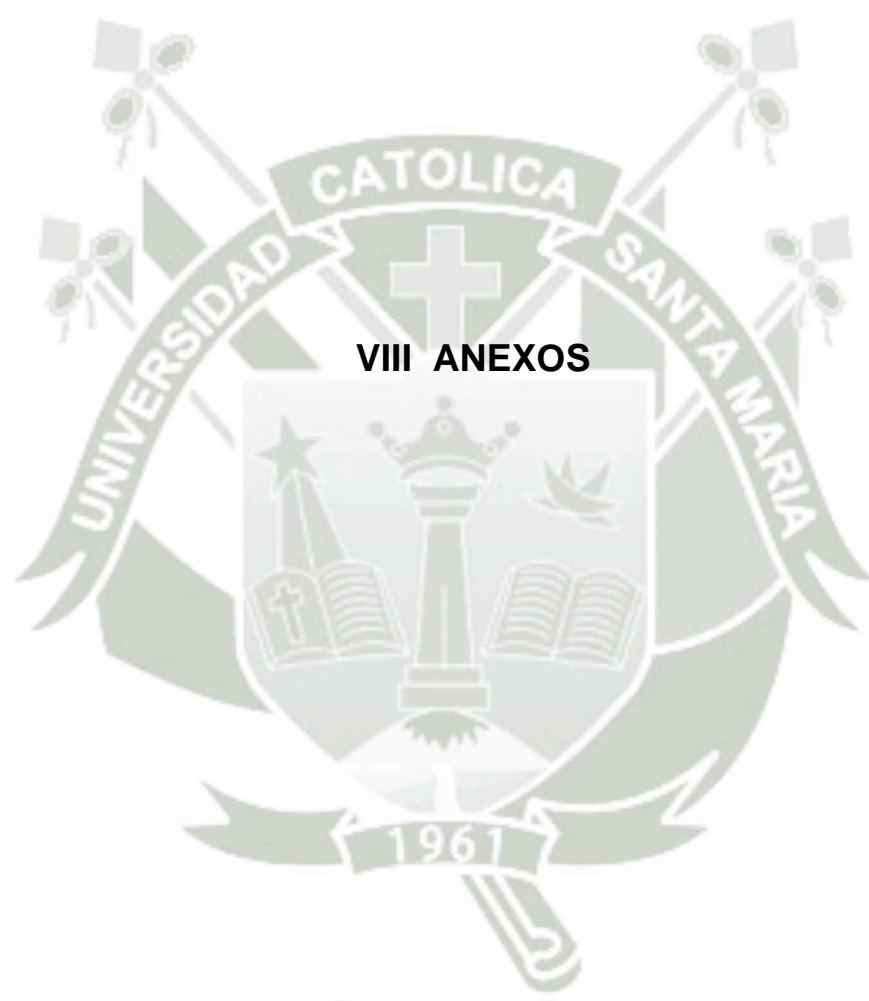
1. Considerando las diferentes variables del comportamiento productivo, especialmente el mérito económico, que es significativamente favorable a la enzima Optiphos, se recomienda usar esta enzima, en raciones de pavos, en la etapa de inicio (de a 3 a 6 semanas).
2. Evaluar las enzimas Quantum y Optiphos en otras etapas de crecimiento de los pavos alimentados con raciones en base a soya y maíz.
3. Comparar otras fitasas existentes en el mercado con las evaluadas en la presente investigación.
4. Evaluar mayores niveles de las enzimas Quantum y Optiphos en pavos en crecimiento, de acuerdo a las matrices planteadas por los productores de las indicadas enzimas.
5. Evaluar la combinación de enzimas con promotores de crecimiento, como las levaduras.

## VII BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA A., LON-WO E., DIEPPA O, FEBLES M. Y ALMEIDA M. 2007. Efecto de dos fitasas microbianas procedentes de ficuun y *Pichia pastoris* en el metabolismo mineral y comportamiento productivo del pollo de ceba Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas La Habana.
2. AUTODEMA. 2007. Boletín Informativo. Realidad geográfica de la Irrigación Majes.
3. BERMEO T. Y RONALD C. 2003. Efecto de una enzima en dietas a base en maíz – torta de palmiste en la cría y engorde de pollos de carne. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Provincia de los Rios Ecuador.
4. BOL C. Y BOHÓRQUEZ N. 2009.Efecto del Allzyme SSF en dietas con base de maíz, soya y granos secos de destilería con solubles (DDG's) sobre el desarrollo y características de la canal en pollos de engorde. Proyecto especial de ingenieros agrónomos. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 17 p
5. BONET, C. 2011. Efecto del uso de enzimas comerciales en la performance de cuyes en crecimiento en la campiña de Arequipa, 2011. Programa Profesional de Medicina Veterinaria y zootecnia, Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú.
6. BONDI, A. 1989. Nutrición Animal. Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 546 p.
7. COMISIÓN TÉCNICA DE ADITIVOS. 2008.Safety and efficacy of the product Quantum™ Phytase 5000 L and Quantum™ Phytase 2500 D (6-phytase) as a feed additive for chickens for fattening, laying hens, turkeys for fattening, ducks for fattening and piglets (weaned). The European Food Safety Authority Journal. 627: 1-27.
8. COPPEDGE, J; KLEIN J; BROWN, B; Y LEE; J. 2011. Effects of Co-administration of Phytase and NSPase on Broiler Performance and Bone Ash. International Journal of Poultry Science 10 (12): 933-939. USA.

9. CORTÉS, C. , ÁGUILA, S. Y ÁVILA, G. 2002. La Utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. Vet. Méx. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 33:1.
10. CUMPA M. Y CIRIACO P. 2000. Manual de crianza de pavos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. 65 p.
11. ESTRADA A. Y CANDO M. 2008. Evaluación del uso de Allzyme SSF en dietas de pollos de engorde con diferentes niveles de harina de coquito. Proyecto especial de ingenieros agrónomos. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 13 p
12. IICHEV, A. 2010. Effect of dietary exogenous phytase supplementation in growing and fattening pigs. Agricultural Science and Technology. Volumen N° 2, N° 3. Pp 124 – 130. Zagora, Bulgaria.
13. KERR, B.; WEBER T.; MILLER P. Y SOUTHERN, L. 2010. Effect of phytase on apparent total tract digestibility of phosphorus in corn-soybean meal diets fed to finishing pigs. Journal Animal Science. USA.
14. MARTÍNEZ M., CASTRO M., AYALA L., CASTAÑEDA S., ACHANG J, Y ALMEIDA M. 2009. Efecto de una fitasa microbiana, procedente de la levadura *Pichia pastoris*, en el comportamiento productivo y la excreción de nutrientes de cerdos en crecimiento. Revista Cubana de Ciencia Agrícola del Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Volumen 43 número 2. Pp 163- 166. La Habana Cuba.
15. MORALES B. Y QUEZADA A. 2008. Evaluación de Allzyme SSF en dietas de pollos de engorde que contienen granos secos de destilería con solubles (DDG`s) y un nivel constante de aceite vegetal. Carrera Profesional de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 11p.
16. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SABANDIA. 2012. Ubicación de Sabandia. Página Webb de la Municipalidad Distrital. Arequipa.
17. PIRGOZLIEV, V. ACAMOVIC, T. Y BEDFORD, M. 2007. Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. British Poultry Science. England.

18. PIRGOZLIEV, V., O. ODUGUWA, T. ACAMOVIC,\* AND M. R. BEDFORD. 2007. Diets Containing *Escherichia coli*-Derived Phytase on Young Chickens and Turkeys: Effects on Performance, Metabolizable Energy, Endogenous Secretions, and Intestinal Morphology. *Poultry Science* 86: 705 – 713. USA.
19. RAVINDRAN, V. 2010. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. XXVI Curso de especialización FEDNA. Madrid.
20. RIQUELME, J. 2012. Evaluación de dos fitasas comerciales, combinadas con un complejo enzimático, en la performance de cuyes (*Caviaporcellus*) en crecimiento en la Irrigación Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, 2012. Programa Profesional de Medicina Veterinaria y zootecnia, Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú.
21. RUBIO J. 2010. Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollos de engorde. AB Vista Feed Ingredients. México.
22. SALVADOR Y SOLORIO. 2005. Utilización de enzimas exógenas en aves y porcinos. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
23. SAN FERNANDO S.A. 2011. Información técnica sobre especificaciones nutricionales y estándares de crecimiento de pavos Produss. Lima.
24. ZYLA, K.; MIKA, M.; SWIATKIEWICZ, S. Y PIIRONEN, J. 2011. Effects of phytase B on laying performance, eggshell quality and on phosphorus and calcium balance in laying hens fed phosphorus-deficient maize-soybean meal diets. *Czech Journal Animal Science*. Nº 56, 406-413. Poland.



### Anexo N° 1

Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T1

Pavos	Control de pesos (kilos/pavo)				Ganancia total
	3ra semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	
1	0.550	0.950	1.730	2.000	1.450
2	0.750	1.350	1.850	2.300	1.550
3	0.850	1.200	1.800	2.150	1.300
4	0.750	1.000	1.500	2.100	1.350
5	0.250	0.850	1.600	2.100	1.850
6	0.250	1.000	1.600	2.150	1.900
7	0.350	1.100	1.800	2.400	2.050
8	0.550	1.450	1.900	2.800	2.250
9	0.650	1.150	2.000	2.700	2.050
10	0.850	1.300	1.750	2.600	1.750
11	0.950	1.450	1.950	2.500	1.550
12	1.050	1.400	1.850	2.500	1.450
13	0.850	1.250	1.950	2.450	1.600
14	0.650	0.900	1.500	2.300	1.650
15	0.450	1.100	1.700	2.400	1.950
16	0.850	1.400	1.900	2.750	1.900
17	0.500	1.500	2.000	2.650	2.150
18	0.600	1.100	1.900	2.100	1.500
19	0.550	0.800	1.400	1.950	1.400
20	0.850	1.200	1.750	2.400	1.550
21	0.700	1.150	1.690	2.800	2.100
22	0.450	1.000	1.700	2.900	2.450
23	0.550	1.150	1.800	2.600	2.050
24	0.450	1.450	2.000	2.400	1.950
25	0.900	1.550	2.100	2.450	1.550
26	0.950	1.700	2.200	2.400	1.450
27	0.650	1.350	2.000	2.300	1.650
28	0.450	1.150	1.800	2.600	2.150
29	0.750	1.250	1.600	2.700	1.950
30	0.500	0.760	1.400	2.800	2.300
31	0.650	0.900	1.200	2.850	2.200
32	0.750	1.150	1.750	2.450	1.700
33	0.750	1.300	1.750	2.150	1.400
34	0.850	1.250	1.650	2.250	1.400
35	0.950	1.450	1.650	2.300	1.350
36	0.550	0.900	1.300	2.350	1.800
37	0.650	1.250	1.800	2.550	1.900
38	0.750	1.200	1.900	2.900	2.150
39	0.750	1.200	1.650	2.950	2.200
40	0.450	1.300	2.000	3.100	2.650

**Anexo N° 1**

Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T1  
(Continuación)

Pavos	Control de pesos (kilos/pavo)				Ganancia total
	3ra semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	
41	0.650	1.400	1.950	2.750	2.100
42	0.950	1.250	1.800	2.600	1.650
43	1.050	1.350	1.750	2.700	1.650
44	1.150	1.250	1.750	2.150	1.000
45	0.850	1.350	1.650	2.250	1.400
46	0.650	0.900	1.500	2.550	1.900
47	0.750	1.050	1.600	2.700	1.950
48	0.950	1.300	2.000	2.800	1.850
49	0.850	1.400	1.850	2.900	2.050
50	0.650	1.300	1.650	2.300	1.650
51	0.750	1.100	1.700	2.700	1.950
52	1.000	1.200	1.600	2.600	1.600
53	0.950	1.450	2.050	2.600	1.650
54	0.700	1.100	2.100	2.650	1.950
55	0.750	1.100	1.800	2.800	2.050
56	0.650	1.400	1.600	2.200	1.550
57	0.650	1.500	1.800	2.700	2.050
58	0.750	1.400	1.900	2.600	1.850
59	0.850	1.350	1.550	2.700	1.850
60	0.800	1.250	1.500	2.250	1.450
61	0.800	1.250	1.900	2.450	1.650
62	0.700	1.350	2.000	2.650	1.950
63	0.750	1.200	2.100	2.650	1.900
64	0.550	1.200	1.700	2.800	2.250
65	0.650	0.900	1.400	2.150	1.500
66	0.650	0.900	1.500	2.150	1.500
67	0.750	1.100	1.500	2.300	1.550
68	0.650	0.850	1.600	2.450	1.800
69	0.500	0.950	1.800	2.600	2.100
70	0.850	1.350	2.100	2.750	1.900
71	0.800	1.100	2.200	2.900	2.100
72	0.650	1.350	2.300	2.950	2.300
73	0.600	1.350	2.000	2.800	2.200
74	0.600	1.200	1.800	2.600	2.000
75	0.500	1.150	1.900	2.400	1.900
76	0.550	1.350	1.700	2.200	1.650
77	0.400	0.900	1.800	2.550	2.150
<b>Promedio</b>	<b>0.699</b>	<b>1.204</b>	<b>1.776</b>	<b>2.519</b>	<b>1.819</b>
S	0.183	0.198	0.217	0.263	0.311
CV	26.2	16.5	12.2	10.4	17.1

### Anexo N° 2

#### Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T2

Pavos	Control de pesos (kilos/pavo)				Ganancia total
	3ra semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	
1	0.600	1.150	1.650	2.411	1.811
2	0.650	1.250	1.750	2.515	1.865
3	0.900	1.250	1.700	2.465	1.565
4	0.800	1.350	2.000	2.765	1.965
5	0.550	1.150	1.850	2.620	2.070
6	0.700	1.200	1.850	2.619	1.919
7	0.600	1.100	1.700	2.466	1.866
8	0.750	1.250	2.000	2.772	2.022
9	0.700	0.950	1.600	2.359	1.659
10	0.950	1.400	1.800	2.552	1.602
11	0.900	1.450	1.750	2.506	1.606
12	0.850	1.150	1.950	2.710	1.860
13	0.650	0.950	1.900	2.672	2.022
14	0.550	1.250	1.850	2.625	2.075
15	0.750	1.350	1.750	2.502	1.752
16	0.650	1.150	1.800	2.562	1.912
17	0.550	1.250	2.050	2.830	2.280
18	0.750	1.450	1.950	2.725	1.975
19	0.850	1.350	1.700	2.465	1.615
20	0.750	1.150	1.850	2.602	1.852
21	0.650	1.250	1.750	2.509	1.859
22	0.550	1.500	1.900	2.675	2.125
23	0.800	1.450	1.850	2.611	1.811
24	0.900	1.200	2.100	2.885	1.985
25	0.750	1.250	2.050	2.824	2.074
26	0.800	1.150	2.000	2.770	1.970
27	0.750	1.150	1.800	2.569	1.819
28	0.800	1.250	1.700	2.471	1.671
29	0.900	1.350	1.900	2.665	1.765
30	0.650	1.300	1.800	2.563	1.913
31	0.550	1.300	1.700	2.452	1.902
32	0.600	1.200	1.900	2.680	2.080
33	0.500	1.100	2.000	2.770	2.270
34	0.600	1.150	1.900	2.671	2.071
35	0.550	1.400	1.800	2.569	2.019
36	0.850	1.300	1.700	2.452	1.602
37	0.700	1.050	1.950	2.720	2.020
38	0.700	1.200	2.050	2.820	2.120
39	0.550	1.100	1.900	2.669	2.119
40	0.850	1.250	1.950	2.711	1.861
41	0.450	1.200	1.900	2.669	2.219

**Anexo N° 2**  
Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T2  
(Continuación)

Pavos	Control de pesos (kilos/pavo)				Ganancia total
	3ra semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	
42	0.650	1.450	1.950	2.722	2.072
43	0.600	1.400	2.050	2.821	2.221
44	0.800	1.350	1.800	2.550	1.750
45	0.750	1.150	1.800	2.555	1.805
46	0.500	1.050	1.900	2.669	2.169
47	0.650	1.250	2.000	2.768	2.118
48	0.750	1.150	1.800	2.552	1.802
49	0.750	1.050	1.850	2.600	1.850
50	0.850	1.250	1.750	2.500	1.650
51	0.650	1.350	1.900	2.668	2.018
52	0.700	1.250	1.600	2.352	1.652
53	0.600	1.150	2.050	2.828	2.228
54	0.750	1.050	2.100	2.871	2.121
55	0.450	1.300	1.800	2.565	2.115
56	0.950	1.250	1.900	2.652	1.702
57	0.650	1.300	2.000	2.769	2.119
58	0.450	1.250	1.800	2.568	2.118
59	0.750	1.300	1.900	2.669	1.919
60	0.850	1.400	2.100	2.868	2.018
61	0.650	1.150	2.000	2.770	2.120
62	0.750	1.150	1.800	2.552	1.802
63	0.950	1.100	1.900	2.655	1.705
64	0.850	1.400	2.150	2.930	2.080
65	0.650	1.100	2.100	2.870	2.220
66	0.750	1.050	1.850	2.612	1.862
67	1.000	1.350	1.900	2.652	1.652
68	0.950	1.200	1.800	2.555	1.605
69	0.700	1.200	1.800	2.562	1.862
70	0.750	1.050	1.900	2.669	1.919
71	0.650	1.350	2.000	2.772	2.122
72	0.650	0.950	1.950	2.740	2.090
73	0.750	1.150	1.950	2.715	1.965
74	0.850	1.100	1.850	2.618	1.768
75	0.800	1.300	1.800	2.563	1.763
76	0.800	1.250	1.900	2.669	1.869
77	0.700	1.200	1.900	2.670	1.970
<b>Promedio</b>	0.717	1.226	1.879	2.644	1.927
S	0.130	0.125	0.123	0.129	0.187
CV	18.1	10.2	6.6	4.9	9.7

### Anexo N° 3

Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T3

Pavos	Control de pesos (kilos/pavo)				Ganancia total
	3ra semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	
1	0.550	1.100	2.000	2.550	2.000
2	0.650	1.200	2.000	2.600	1.950
3	0.850	1.450	1.800	2.650	1.800
4	0.950	1.300	1.800	2.500	1.550
5	0.850	1.150	2.000	2.750	1.900
6	0.850	1.300	1.850	2.700	1.850
7	0.650	1.300	1.900	2.550	1.900
8	0.850	1.300	1.950	2.700	1.850
9	0.850	1.200	1.850	2.650	1.800
10	0.700	1.500	1.900	2.600	1.900
11	0.600	1.600	2.050	2.550	1.950
12	0.550	1.350	2.000	2.850	2.300
13	0.750	1.250	1.850	2.750	2.000
14	0.700	1.300	1.950	2.800	2.100
15	0.750	1.200	1.950	2.900	2.150
16	0.700	1.350	1.900	2.550	1.850
17	0.700	1.350	1.800	2.650	1.950
18	0.650	1.150	1.700	2.900	2.250
19	0.550	1.150	1.800	2.750	2.200
20	0.900	1.350	2.000	2.600	1.700
21	0.600	1.200	2.100	2.750	2.150
22	0.500	1.250	2.000	2.750	2.250
23	0.700	1.300	2.000	2.750	2.050
24	0.800	1.200	1.800	2.650	1.850
25	0.800	1.250	2.000	2.950	2.150
26	0.700	1.400	2.000	3.050	2.350
27	0.700	1.350	1.850	2.800	2.100
28	0.600	1.200	1.750	2.700	2.100
29	0.650	1.300	1.700	2.750	2.100
30	0.550	1.300	1.900	2.650	2.100
31	0.800	1.250	1.850	2.550	1.750
32	0.750	1.150	1.950	2.500	1.750
33	0.550	1.050	1.900	2.800	2.250
34	0.650	1.150	1.900	2.800	2.150
35	0.600	1.350	1.850	2.600	2.000
36	0.550	1.450	1.750	2.600	2.050
37	0.800	1.350	2.100	2.800	2.000
38	0.600	1.350	1.800	2.650	2.050
39	0.650	1.150	1.700	2.700	2.050
40	0.700	1.350	1.900	2.750	2.050
41	0.550	1.350	2.000	2.650	2.100

**Anexo N° 3**  
Control de peso de los pavos alimentados con el tratamiento T3  
(Continuación)

Pavos	Control de pesos (kilos/pavo)				Ganancia total
	3ra semana	4ta Semana	5ta Semana	6ta Semana	
42	0.800	1.200	1.700	2.700	1.900
43	0.600	1.100	1.800	2.850	2.250
44	0.750	1.050	1.750	2.800	2.050
45	0.700	1.250	1.700	2.650	1.950
46	0.650	1.200	1.950	2.750	2.100
47	0.600	1.250	1.750	2.750	2.150
48	0.700	1.200	1.800	2.700	2.000
49	0.950	1.200	1.850	2.600	1.650
50	0.800	1.150	1.700	2.500	1.700
51	0.650	1.050	1.950	2.600	1.950
52	0.750	1.400	1.900	2.800	2.050
53	0.750	1.100	1.750	2.900	2.150
54	0.750	1.000	1.900	2.800	2.050
55	0.650	1.200	1.850	2.800	2.150
56	0.950	1.300	1.800	2.600	1.650
57	1.050	1.300	1.750	2.800	1.750
58	0.800	1.200	2.050	2.800	2.000
59	0.700	1.200	1.950	2.650	1.950
60	0.750	1.100	2.000	2.550	1.800
61	0.650	1.150	2.100	2.500	1.850
62	0.800	1.050	1.750	2.700	1.900
63	0.800	1.300	1.850	2.650	1.850
64	0.600	1.250	2.100	2.750	2.150
65	0.600	1.050	1.950	2.700	2.100
66	0.800	1.150	1.800	2.700	1.900
67	0.650	1.100	1.950	2.650	2.000
68	0.700	1.050	1.950	2.550	1.850
69	0.750	1.300	1.950	2.900	2.150
70	0.650	1.100	1.850	2.600	1.950
71	0.700	1.150	2.150	2.500	1.800
72	0.850	1.200	2.250	2.700	1.850
73	0.800	1.050	2.000	2.800	2.000
74	0.650	1.300	1.900	2.500	1.850
75	0.750	1.100	1.950	2.600	1.850
76	0.750	1.250	1.850	2.550	1.800
77	0.700	1.200	1.750	2.500	1.800
<b>Promedio</b>	0.714	1.231		2.691	1.977
S	0.111	0.118	0.119	0.121	0.167
CV	15.5	9.6	6.3	4.5	8.5

**Anexo N° 4**

Control del consumo de alimentos de los pavos, durante la etapa de inicio, con I  
tratamiento T1

DIA	Alimento (kg/día/lote)			Consumo (kg/pavo/día)	Consumo (kg/pavo/semana)
	Suministrado	Sobrante	Consumido		
21	8	0.5	7.500	0.094	0.72
22	9	1.2	7.800	0.098	
23	9	0.85	8.150	0.102	
24	9	0.7	8.300	0.104	
25	10	1.6	8.400	0.105	
26	10	1.3	8.700	0.109	
27	10	1.1	8.900	0.111	
28	10.5	0.8	9.700	0.123	0.98
29	11	0.8	10.200	0.129	
30	11	0.4	10.600	0.134	
31	12	0.9	11.100	0.141	
32	12.5	1	11.500	0.146	
33	13	1.2	11.800	0.149	
34	13	0.6	12.400	0.157	
35	14	1.1	12.900	0.165	1.32
36	14	0.5	13.500	0.173	
37	15	0.9	14.100	0.181	
38	15	0.35	14.650	0.188	
39	16	1	15.000	0.192	
40	17	0.5	16.500	0.212	
41	17	0.7	16.300	0.209	
Consumo total (Kg/Pavo/periodo)					3.02

### Anexo N° 5

Control del consumo de alimentos de los pavos, durante la etapa de inicio, con el tratamiento T2

DIA	Alimento (kg/día/lote)			Consumo (kg/pavo/día)	Consumo (kg/pavo/semana)
	Suministrado	Sobrante	Consumido		
21	8.000	0.600	7.400	0.093	0.73
22	9.000	0.800	8.200	0.103	
23	9.000	0.700	8.300	0.104	
24	9.000	0.900	8.100	0.101	
25	9.500	1.000	8.500	0.106	
26	9.500	1.000	8.500	0.106	
27	10.000	0.900	9.100	0.114	
28	10.500	1.350	9.150	0.116	0.99
29	11.000	1.000	10.000	0.127	
30	11.000	0.700	10.300	0.130	
31	12.000	1.200	10.800	0.137	
32	13.000	1.250	11.750	0.149	
33	14.000	1.100	12.900	0.163	
34	14.000	0.700	13.300	0.168	
35	14.500	1.450	13.050	0.167	1.35
36	15.000	0.900	14.100	0.181	
37	15.000	1.100	13.900	0.178	
38	16.000	0.800	15.200	0.195	
39	16.500	1.100	15.400	0.197	
40	17.000	0.300	16.700	0.214	
41	17.000	0.400	16.600	0.213	
Consumo total (Kg/Pavo/periodo)					3.06

### Anexo N° 6

Control del consumo de alimentos de los pavos, durante la etapa de inicio, con el tratamiento T3

DIA	Alimento (kg/día/lote)			Consumo (kg/pavo/día)	Consumo (kg/pavo/semana)
	Suministrado	Sobrante	Consumido		
21	8.500	0.900	7.600	0.095	0.74
22	8.500	0.750	7.750	0.097	
23	8.500	0.650	7.850	0.098	
24	9.000	0.300	8.700	0.109	
25	9.500	0.900	8.600	0.108	
26	9.500	0.650	8.850	0.112	
27	10.000	0.400	9.600	0.122	
28	11.000	0.800	10.200	0.129	0.99
29	11.000	0.800	10.200	0.129	
30	11.000	0.400	10.600	0.134	
31	12.000	0.900	11.100	0.142	
32	12.500	1.000	11.500	0.147	
33	13.000	1.200	11.800	0.151	
34	13.000	0.600	12.400	0.159	
35	14.000	1.100	12.900	0.165	1.32
36	14.500	0.500	14.000	0.182	
37	15.000	0.900	14.100	0.183	
38	15.000	0.350	14.650	0.190	
39	16.000	1.000	15.000	0.195	
40	16.000	0.500	15.500	0.201	
41	16.500	0.700	15.800	0.205	
Consumo total (Kg/Pavo/periodo)					3.05

### Anexo N° 7

Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T1

Pavo	Ganancia semanal			Ganancia total
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	
1	0.400	0.780	0.270	1.450
2	0.600	0.500	0.450	1.550
3	0.350	0.600	0.350	1.300
4	0.250	0.500	0.600	1.350
5	0.600	0.750	0.500	1.850
6	0.750	0.600	0.550	1.900
7	0.750	0.700	0.600	2.050
8	0.900	0.450	0.900	2.250
9	0.500	0.850	0.700	2.050
10	0.450	0.450	0.850	1.750
11	0.500	0.500	0.550	1.550
12	0.350	0.450	0.650	1.450
13	0.400	0.700	0.500	1.600
14	0.250	0.600	0.800	1.650
15	0.650	0.600	0.700	1.950
16	0.550	0.500	0.850	1.900
17	1.000	0.500	0.650	2.150
18	0.500	0.800	0.200	1.500
19	0.250	0.600	0.550	1.400
20	0.350	0.550	0.650	1.550
21	0.450	0.540	1.110	2.100
22	0.550	0.700	1.200	2.450
23	0.600	0.650	0.800	2.050
24	1.000	0.550	0.400	1.950
25	0.650	0.550	0.350	1.550
26	0.750	0.500	0.200	1.450
27	0.700	0.650	0.300	1.650
28	0.700	0.650	0.800	2.150
29	0.500	0.350	1.100	1.950
30	0.260	0.640	1.400	2.300
31	0.250	0.300	1.650	2.200
32	0.400	0.600	0.700	1.700
33	0.550	0.450	0.400	1.400
34	0.400	0.400	0.600	1.400
35	0.500	0.200	0.650	1.350
36	0.350	0.400	1.050	1.800
37	0.600	0.550	0.750	1.900
38	0.450	0.700	1.000	2.150
39	0.450	0.450	1.300	2.200
40	0.850	0.700	1.100	2.650

**Anexo N° 7**

Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T1  
(Continuación)

Pavo	Ganancia semanal			Ganancia total
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	
41	0.750	0.550	0.800	2.100
42	0.300	0.550	0.800	1.650
43	0.300	0.400	0.950	1.650
44	0.100	0.500	0.400	1.000
45	0.500	0.300	0.600	1.400
46	0.250	0.600	1.050	1.900
47	0.300	0.550	1.100	1.950
48	0.350	0.700	0.800	1.850
49	0.550	0.450	1.050	2.050
50	0.650	0.350	0.650	1.650
51	0.350	0.600	1.000	1.950
52	0.200	0.400	1.000	1.600
53	0.500	0.600	0.550	1.650
54	0.400	1.000	0.550	1.950
55	0.350	0.700	1.000	2.050
56	0.750	0.200	0.600	1.550
57	0.850	0.300	0.900	2.050
58	0.650	0.500	0.700	1.850
59	0.500	0.200	1.150	1.850
60	0.450	0.250	0.750	1.450
61	0.450	0.650	0.550	1.650
62	0.650	0.650	0.650	1.950
63	0.450	0.900	0.550	1.900
64	0.650	0.500	1.100	2.250
65	0.250	0.500	0.750	1.500
66	0.250	0.600	0.650	1.500
67	0.350	0.400	0.800	1.550
68	0.200	0.750	0.850	1.800
69	0.450	0.850	0.800	2.100
70	0.500	0.750	0.650	1.900
71	0.300	1.100	0.700	2.100
72	0.700	0.950	0.650	2.300
73	0.750	0.650	0.800	2.200
74	0.600	0.600	0.800	2.000
75	0.650	0.750	0.500	1.900
76	0.800	0.350	0.500	1.650
77	0.500	0.900	0.750	2.150
Promedio	0.505	0.572	0.743	1.819

### Anexo N° 8

Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T2

Pavo	Ganancia semanal			Ganancia total
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	
1	0.550	0.500	0.761	1.811
2	0.600	0.500	0.765	1.865
3	0.350	0.450	0.765	1.565
4	0.550	0.650	0.765	1.965
5	0.600	0.700	0.770	2.070
6	0.500	0.650	0.769	1.919
7	0.500	0.600	0.766	1.866
8	0.500	0.750	0.772	2.022
9	0.250	0.650	0.759	1.659
10	0.450	0.400	0.752	1.602
11	0.550	0.300	0.756	1.606
12	0.300	0.800	0.760	1.860
13	0.300	0.950	0.772	2.022
14	0.700	0.600	0.775	2.075
15	0.600	0.400	0.752	1.752
16	0.500	0.650	0.762	1.912
17	0.700	0.800	0.780	2.280
18	0.700	0.500	0.775	1.975
19	0.500	0.350	0.765	1.615
20	0.400	0.700	0.752	1.852
21	0.600	0.500	0.759	1.859
22	0.950	0.400	0.775	2.125
23	0.650	0.400	0.761	1.811
24	0.300	0.900	0.785	1.985
25	0.500	0.800	0.774	2.074
26	0.350	0.850	0.770	1.970
27	0.400	0.650	0.769	1.819
28	0.450	0.450	0.771	1.671
29	0.450	0.550	0.765	1.765
30	0.650	0.500	0.763	1.913
31	0.750	0.400	0.752	1.902
32	0.600	0.700	0.780	2.080
33	0.600	0.900	0.770	2.270
34	0.550	0.750	0.771	2.071
35	0.850	0.400	0.769	2.019
36	0.450	0.400	0.752	1.602
37	0.350	0.900	0.770	2.020
38	0.500	0.850	0.770	2.120
39	0.550	0.800	0.769	2.119
40	0.400	0.700	0.761	1.861

### Anexo N° 8

Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T2  
(Continuación)

Pavo	Ganancia semanal			Ganancia total
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	
41	0.750	0.700	0.769	2.219
42	0.800	0.500	0.772	2.072
43	0.800	0.650	0.771	2.221
44	0.550	0.450	0.750	1.750
45	0.400	0.650	0.755	1.805
46	0.550	0.850	0.769	2.169
47	0.600	0.750	0.768	2.118
48	0.400	0.650	0.752	1.802
49	0.300	0.800	0.750	1.850
50	0.400	0.500	0.750	1.650
51	0.700	0.550	0.768	2.018
52	0.550	0.350	0.752	1.652
53	0.550	0.900	0.778	2.228
54	0.300	1.050	0.771	2.121
55	0.850	0.500	0.765	2.115
56	0.300	0.650	0.752	1.702
57	0.650	0.700	0.769	2.119
58	0.800	0.550	0.768	2.118
59	0.550	0.600	0.769	1.919
60	0.550	0.700	0.768	2.018
61	0.500	0.850	0.770	2.120
62	0.400	0.650	0.752	1.802
63	0.150	0.800	0.755	1.705
64	0.550	0.750	0.780	2.080
65	0.450	1.000	0.770	2.220
66	0.300	0.800	0.762	1.862
67	0.350	0.550	0.752	1.652
68	0.250	0.600	0.755	1.605
69	0.500	0.600	0.762	1.862
70	0.300	0.850	0.769	1.919
71	0.700	0.650	0.772	2.122
72	0.300	1.000	0.790	2.090
73	0.400	0.800	0.765	1.965
74	0.250	0.750	0.768	1.768
75	0.500	0.500	0.763	1.763
76	0.450	0.650	0.769	1.869
77	0.500	0.700	0.770	1.970
Promedio	0.509	0.653	0.765	1.927

### Anexo N° 9

Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T3

Pavo	Ganancia semanal			Ganancia total
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	
1	0.550	0.900	0.550	2.000
2	0.550	0.800	0.600	1.950
3	0.600	0.350	0.850	1.800
4	0.350	0.500	0.700	1.550
5	0.300	0.850	0.750	1.900
6	0.450	0.550	0.850	1.850
7	0.650	0.600	0.650	1.900
8	0.450	0.650	0.750	1.850
9	0.350	0.650	0.800	1.800
10	0.800	0.400	0.700	1.900
11	1.000	0.450	0.500	1.950
12	0.800	0.650	0.850	2.300
13	0.500	0.600	0.900	2.000
14	0.600	0.650	0.850	2.100
15	0.450	0.750	0.950	2.150
16	0.650	0.550	0.650	1.850
17	0.650	0.450	0.850	1.950
18	0.500	0.550	1.200	2.250
19	0.600	0.650	0.950	2.200
20	0.450	0.650	0.600	1.700
21	0.600	0.900	0.650	2.150
22	0.750	0.750	0.750	2.250
23	0.600	0.700	0.750	2.050
24	0.400	0.600	0.850	1.850
25	0.450	0.750	0.950	2.150
26	0.700	0.600	1.050	2.350
27	0.650	0.500	0.950	2.100
28	0.600	0.550	0.950	2.100
29	0.650	0.400	1.050	2.100
30	0.750	0.600	0.750	2.100
31	0.450	0.600	0.700	1.750
32	0.400	0.800	0.550	1.750
33	0.500	0.850	0.900	2.250
34	0.500	0.750	0.900	2.150
35	0.750	0.500	0.750	2.000
36	0.900	0.300	0.850	2.050
37	0.550	0.750	0.700	2.000
38	0.750	0.450	0.850	2.050
39	0.500	0.550	1.000	2.050
40	0.650	0.550	0.850	2.050

### Anexo N° 9

Ganancias de peso vivo durante la etapa de inicio con los pavos alimentados con el tratamiento T3  
(Continuación)

Pavo	Ganancia semanal			Ganancia total
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	
41	0.800	0.650	0.650	2.100
42	0.400	0.500	1.000	1.900
43	0.500	0.700	1.050	2.250
44	0.300	0.700	1.050	2.050
45	0.550	0.450	0.950	1.950
46	0.550	0.750	0.800	2.100
47	0.650	0.500	1.000	2.150
48	0.500	0.600	0.900	2.000
49	0.250	0.650	0.750	1.650
50	0.350	0.550	0.800	1.700
51	0.400	0.900	0.650	1.950
52	0.650	0.500	0.900	2.050
53	0.350	0.650	1.150	2.150
54	0.250	0.900	0.900	2.050
55	0.550	0.650	0.950	2.150
56	0.350	0.500	0.800	1.650
57	0.250	0.450	1.050	1.750
58	0.400	0.850	0.750	2.000
59	0.500	0.750	0.700	1.950
60	0.350	0.900	0.550	1.800
61	0.500	0.950	0.400	1.850
62	0.250	0.700	0.950	1.900
63	0.500	0.550	0.800	1.850
64	0.650	0.850	0.650	2.150
65	0.450	0.900	0.750	2.100
66	0.350	0.650	0.900	1.900
67	0.450	0.850	0.700	2.000
68	0.350	0.900	0.600	1.850
69	0.550	0.650	0.950	2.150
70	0.450	0.750	0.750	1.950
71	0.450	1.000	0.350	1.800
72	0.350	1.050	0.450	1.850
73	0.250	0.950	0.800	2.000
74	0.650	0.600	0.600	1.850
75	0.350	0.850	0.650	1.850
76	0.500	0.600	0.700	1.800
77	0.500	0.550	0.750	1.800
Promedio	0.517	0.664	0.797	1.977

### Anexo N° 10

Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T1

Pavo	Conversión Alimenticia			
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	Periodo
1	1.805	1.254	4.888	2.083
2	1.203	1.957	2.933	1.949
3	2.063	1.631	3.771	2.323
4	2.888	1.957	2.200	2.237
5	1.203	1.305	2.640	1.633
6	0.963	1.631	2.400	1.590
7	0.963	1.398	2.200	1.473
8	0.802	2.174	1.467	1.342
9	1.444	1.151	1.886	1.473
10	1.604	2.174	1.553	1.726
11	1.444	1.957	2.400	1.949
12	2.063	2.174	2.031	2.083
13	1.805	1.398	2.640	1.888
14	2.888	1.631	1.650	1.830
15	1.111	1.631	1.886	1.549
16	1.313	1.957	1.553	1.590
17	0.722	1.957	2.031	1.405
18	1.444	1.223	6.599	2.013
19	2.888	1.631	2.400	2.157
20	2.063	1.779	2.031	1.949
21	1.604	1.812	1.189	1.438
22	1.313	1.398	1.100	1.233
23	1.203	1.505	1.650	1.473
24	0.722	1.779	3.300	1.549
25	1.111	1.779	3.771	1.949
26	0.963	1.957	6.599	2.083
27	1.031	1.505	4.400	1.830
28	1.031	1.505	1.650	1.405
29	1.444	2.796	1.200	1.549
30	2.776	1.529	0.943	1.313
31	2.888	3.262	0.800	1.373
32	1.805	1.631	1.886	1.777
33	1.313	2.174	3.300	2.157
34	1.805	2.446	2.200	2.157
35	1.444	4.892	2.031	2.237
36	2.063	2.446	1.257	1.678
37	1.203	1.779	1.760	1.590
38	1.604	1.398	1.320	1.405
39	1.604	2.174	1.015	1.373
40	0.849	1.398	1.200	1.140

**Anexo Nº 10**  
Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos  
alimentados con el tratamiento T1  
(Continuación)

Pavo	Conversión Alimenticia			
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	Periodo
41	0.963	1.779	1.650	1.438
42	2.406	1.779	1.650	1.830
43	2.406	2.446	1.389	1.830
44	7.219	1.957	3.300	3.020
45	1.444	3.262	2.200	2.157
46	2.888	1.631	1.257	1.590
47	2.406	1.779	1.200	1.549
48	2.063	1.398	1.650	1.633
49	1.313	2.174	1.257	1.473
50	1.111	2.796	2.031	1.830
51	2.063	1.631	1.320	1.549
52	3.609	2.446	1.320	1.888
53	1.444	1.631	2.400	1.830
54	1.805	0.978	2.400	1.549
55	2.063	1.398	1.320	1.473
56	0.963	4.892	2.200	1.949
57	0.849	3.262	1.467	1.473
58	1.111	1.957	1.886	1.633
59	1.444	4.892	1.148	1.633
60	1.604	3.914	1.760	2.083
61	1.604	1.505	2.400	1.830
62	1.111	1.505	2.031	1.549
63	1.604	1.087	2.400	1.590
64	1.111	1.957	1.200	1.342
65	2.888	1.957	1.760	2.013
66	2.888	1.631	2.031	2.013
67	2.063	2.446	1.650	1.949
68	3.609	1.305	1.553	1.678
69	1.604	1.151	1.650	1.438
70	1.444	1.305	2.031	1.590
71	2.406	0.890	1.886	1.438
72	1.031	1.030	2.031	1.313
73	0.963	1.505	1.650	1.373
74	1.203	1.631	1.650	1.510
75	1.111	1.305	2.640	1.590
76	0.902	2.796	2.640	1.830
77	1.444	1.087	1.760	1.405
<b>Promedio</b>	1.722	1.938	2.097	1.712

### Anexo N° 11

Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T2

Pavo	Conversión Alimenticia			
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	Periodo
1	1.320	1.980	1.768	1.69
2	1.210	1.980	1.759	1.64
3	2.075	2.200	1.759	1.96
4	1.320	1.523	1.759	1.56
5	1.210	1.414	1.747	1.48
6	1.453	1.523	1.750	1.60
7	1.453	1.650	1.757	1.64
8	1.453	1.320	1.743	1.51
9	2.905	1.523	1.773	1.85
10	1.614	2.475	1.789	1.91
11	1.320	3.300	1.780	1.91
12	2.421	1.237	1.770	1.65
13	2.421	1.042	1.743	1.51
14	1.038	1.650	1.736	1.48
15	1.210	2.475	1.789	1.75
16	1.453	1.523	1.766	1.60
17	1.038	1.237	1.725	1.34
18	1.038	1.980	1.736	1.55
19	1.453	2.828	1.759	1.90
20	1.816	1.414	1.789	1.65
21	1.210	1.980	1.773	1.65
22	0.764	2.475	1.736	1.44
23	1.117	2.475	1.768	1.69
24	2.421	1.100	1.714	1.54
25	1.453	1.237	1.738	1.48
26	2.075	1.165	1.747	1.55
27	1.816	1.523	1.750	1.68
28	1.614	2.200	1.745	1.83
29	1.614	1.800	1.759	1.73
30	1.117	1.980	1.763	1.60
31	0.968	2.475	1.789	1.61
32	1.210	1.414	1.725	1.47
33	1.210	1.100	1.747	1.35
34	1.320	1.320	1.745	1.48
35	0.854	2.475	1.750	1.52
36	1.614	2.475	1.789	1.91
37	2.075	1.100	1.747	1.52
38	1.453	1.165	1.747	1.44
39	1.320	1.237	1.750	1.44
40	1.816	1.414	1.768	1.65

**Anexo N° 11**

Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T2  
(Continuación)

Pavo	Conversión Alimenticia			
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	Periodo
41	0.968	1.414	1.750	1.38
42	0.908	1.980	1.743	1.48
43	0.908	1.523	1.745	1.38
44	1.320	2.200	1.794	1.75
45	1.816	1.523	1.782	1.70
46	1.320	1.165	1.750	1.41
47	1.210	1.320	1.752	1.45
48	1.816	1.523	1.789	1.70
49	2.421	1.237	1.794	1.65
50	1.816	1.980	1.794	1.86
51	1.038	1.800	1.752	1.52
52	1.320	2.828	1.789	1.85
53	1.320	1.100	1.729	1.37
54	2.421	0.943	1.745	1.44
55	0.854	1.980	1.759	1.45
56	2.421	1.523	1.789	1.80
57	1.117	1.414	1.750	1.44
58	0.908	1.800	1.752	1.45
59	1.320	1.650	1.750	1.60
60	1.320	1.414	1.752	1.52
61	1.453	1.165	1.747	1.44
62	1.816	1.523	1.789	1.70
63	4.842	1.237	1.782	1.80
64	1.320	1.320	1.725	1.47
65	1.614	0.990	1.747	1.38
66	2.421	1.237	1.766	1.64
67	2.075	1.800	1.789	1.85
68	2.905	1.650	1.782	1.91
69	1.453	1.650	1.766	1.64
70	2.421	1.165	1.750	1.60
71	1.038	1.523	1.743	1.44
72	2.421	0.990	1.703	1.46
73	1.816	1.237	1.759	1.56
74	2.905	1.320	1.752	1.73
75	1.453	1.980	1.763	1.74
76	1.614	1.523	1.750	1.64
77	1.453	1.414	1.747	1.55
<b>Promedio</b>	1.608	1.642	1.758	1.604

### Anexo N° 12

Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T3

Pavo	Conversión Alimenticia			
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	Periodo
1	1.345	1.103	2.403	1.53
2	1.345	1.241	2.203	1.57
3	1.233	2.835	1.555	1.70
4	2.114	1.985	1.888	1.97
5	2.466	1.168	1.763	1.61
6	1.644	1.804	1.555	1.65
7	1.138	1.654	2.034	1.61
8	1.644	1.527	1.763	1.65
9	2.114	1.527	1.652	1.70
10	0.925	2.481	1.888	1.61
11	0.740	2.205	2.644	1.57
12	0.925	1.527	1.555	1.33
13	1.480	1.654	1.469	1.53
14	1.233	1.527	1.555	1.45
15	1.644	1.323	1.391	1.42
16	1.138	1.804	2.034	1.65
17	1.138	2.205	1.555	1.57
18	1.480	1.804	1.102	1.36
19	1.233	1.527	1.391	1.39
20	1.644	1.527	2.203	1.80
21	1.233	1.103	2.034	1.42
22	0.986	1.323	1.763	1.36
23	1.233	1.418	1.763	1.49
24	1.849	1.654	1.555	1.65
25	1.644	1.323	1.391	1.42
26	1.057	1.654	1.259	1.30
27	1.138	1.985	1.391	1.45
28	1.233	1.804	1.391	1.45
29	1.138	2.481	1.259	1.45
30	0.986	1.654	1.763	1.45
31	1.644	1.654	1.888	1.75
32	1.849	1.241	2.403	1.75
33	1.480	1.168	1.469	1.36
34	1.480	1.323	1.469	1.42
35	0.986	1.985	1.763	1.53
36	0.822	3.308	1.555	1.49
37	1.345	1.323	1.888	1.53
38	0.986	2.205	1.555	1.49
39	1.480	1.804	1.322	1.49
40	1.138	1.804	1.555	1.49

### Anexo N° 12

Conversiones Alimenticias, durante la etapa de inicio, con los pavos alimentados con el tratamiento T3  
(Continuación)

Pavo	Conversión Alimenticia			
	3ra Semana	2da Semana	3ra Semana	Periodo
41	0.925	1.527	2.034	1.45
42	1.849	1.985	1.322	1.61
43	1.480	1.418	1.259	1.36
44	2.466	1.418	1.259	1.49
45	1.345	2.205	1.391	1.57
46	1.345	1.323	1.652	1.45
47	1.138	1.985	1.322	1.42
48	1.480	1.654	1.469	1.53
49	2.959	1.527	1.763	1.85
50	2.114	1.804	1.652	1.80
51	1.849	1.103	2.034	1.57
52	1.138	1.985	1.469	1.49
53	2.114	1.527	1.149	1.42
54	2.959	1.103	1.469	1.49
55	1.345	1.527	1.391	1.42
56	2.114	1.985	1.652	1.85
57	2.959	2.205	1.259	1.75
58	1.849	1.168	1.763	1.53
59	1.480	1.323	1.888	1.57
60	2.114	1.103	2.403	1.70
61	1.480	1.045	3.305	1.65
62	2.959	1.418	1.391	1.61
63	1.480	1.804	1.652	1.65
64	1.138	1.168	2.034	1.42
65	1.644	1.103	1.763	1.45
66	2.114	1.527	1.469	1.61
67	1.644	1.168	1.888	1.53
68	2.114	1.103	2.203	1.65
69	1.345	1.527	1.391	1.42
70	1.644	1.323	1.763	1.57
71	1.644	0.992	3.777	1.70
72	2.114	0.945	2.938	1.65
73	2.959	1.045	1.652	1.53
74	1.138	1.654	2.203	1.65
75	2.114	1.168	2.034	1.65
76	1.480	1.654	1.888	1.70
77	1.480	1.804	1.763	1.70
<b>Promedio</b>	1.582	1.597	1.750	1.556

### Anexo N° 13

Méritos económicos, durante la etapa de inicio, para las tres raciones experimentales

Pavos	Mérito económico		
	T1	T2	T3
1	3.716	2.942	2.656
2	3.476	2.856	2.724
3	4.145	3.404	2.951
4	3.991	2.711	3.426
5	2.912	2.574	2.795
6	2.836	2.776	2.871
7	2.628	2.855	2.795
8	2.395	2.635	2.871
9	2.628	3.211	2.951
10	3.079	3.325	2.795
11	3.476	3.317	2.724
12	3.716	2.864	2.309
13	3.368	2.635	2.656
14	3.266	2.567	2.529
15	2.763	3.041	2.470
16	2.836	2.786	2.871
17	2.506	2.337	2.724
18	3.592	2.697	2.360
19	3.849	3.299	2.414
20	3.476	2.876	3.124
21	2.566	2.866	2.470
22	2.199	2.507	2.360
23	2.628	2.942	2.591
24	2.763	2.684	2.871
25	3.476	2.569	2.470
26	3.716	2.704	2.260
27	3.266	2.929	2.529
28	2.506	3.188	2.529
29	2.763	3.018	2.529
30	2.343	2.785	2.529
31	2.449	2.801	3.035
32	3.169	2.561	3.035
33	3.849	2.347	2.360
34	3.849	2.572	2.470
35	3.991	2.639	2.656
36	2.993	3.325	2.591
37	2.836	2.637	2.656
38	2.506	2.513	2.591
39	2.449	2.514	2.591
40	2.033	2.863	2.591

**Anexo N° 13**

Méritos económicos, durante la etapa de inicio, para las tres razones  
experimentales  
(Continuación)

Pavos	Mérito económico		
	T1	T2	T3
41	2.566	2.401	2.529
42	3.266	2.571	2.795
43	3.266	2.399	2.360
44	5.388	3.044	2.591
45	3.849	2.951	2.724
46	2.836	2.456	2.529
47	2.763	2.515	2.470
48	2.912	2.956	2.656
49	2.628	2.880	3.219
50	3.266	3.229	3.124
51	2.763	2.640	2.724
52	3.368	3.225	2.591
53	3.266	2.391	2.470
54	2.763	2.512	2.591
55	2.628	2.519	2.470
56	3.476	3.130	3.219
57	2.628	2.514	3.035
58	2.912	2.515	2.656
59	2.912	2.776	2.724
60	3.716	2.640	2.951
61	3.266	2.513	2.871
62	2.763	2.956	2.795
63	2.836	3.124	2.871
64	2.395	2.561	2.470
65	3.592	2.400	2.529
66	3.592	2.861	2.795
67	3.476	3.225	2.656
68	2.993	3.319	2.871
69	2.566	2.861	2.470
70	2.836	2.776	2.724
71	2.566	2.510	2.951
72	2.343	2.549	2.871
73	2.449	2.711	2.656
74	2.694	3.013	2.871
75	2.836	3.022	2.871
76	3.266	2.850	2.951
77	2.506	2.704	2.951
Promedio	3.054	2.791	2.706

### Anexo N° 14

Fórmulas y precios de las raciones experimentales usadas en el experimento

<b>INSUMOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz amarillo	40.977	42.5	42.5
Torta de soya 45%	35	35	35
Harina integral de soya	12	12	12
Harina pescado 67%	3.47	3.42	3.42
Fosfato monodivale	2.97	2.2	2.2
Carbonato de calcio	2	2.1	2.1
Aceite de soya	2.25	1.45	1.45
DL Metionina	0.3	0.28	0.28
Sal común	0.25	0.25	0.25
Premezcla vitamínico mineral	0.15	0.15	0.15
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15
L Lisina	0.133	0.13	0.13
Cloruro de colina	0.1	0.1	0.1
Secuestrante micotoxinas	0.05	0.05	0.05
Licomicina- espectinomicina 4.40%	0.05	0.05	0.05
Dimetridazol	0.05	0.05	0.05
DOT	0.05	0.05	0.05
Halquinol	0.025	0.025	0.025
Levadura de cerveza	0.025	0.025	0.025
<b>Fitasa Quantum</b>	<b>0</b>	<b>0.02</b>	
<b>Fitasa Optiphos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.02</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Costo (Soles/kilo)	1.784	1.74	1.739

### Anexo N° 15

Diseño completamente al azar para la variable ganancia de peso vivo

**Variable: Ganancia de peso**

Repeticiones	T1	T2	T3	Sumatoria
1	1.45	1.81	2.00	
2	1.55	1.87	1.95	
3	1.30	1.57	1.80	
4	1.35	1.97	1.55	
5	1.85	2.07	1.90	
6	1.90	1.92	1.85	
7	2.05	1.87	1.90	
8	2.25	2.02	1.85	
9	2.05	1.66	1.80	
10	1.75	1.60	1.90	
.....				
70	1.90	1.92	1.95	
71	2.10	2.12	1.80	
72	2.30	2.09	1.85	
73	2.20	1.97	2.00	
74	2.00	1.77	1.85	
75	1.90	1.76	1.85	
76	1.65	1.87	1.80	
77	2.15	1.97	1.80	
<b>Total repeticiones</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>231</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.82</b>	<b>1.93</b>	<b>1.98</b>	
<b>Sumatoria</b>	<b>140.10</b>	<b>148.39</b>	<b>152.25</b>	<b>440.74</b>
<b>Sumatoria tratamientos</b>	<b>254.91</b>	<b>285.96</b>	<b>301.04</b>	<b>841.91</b>
<b>Termino de corrección</b>				<b>840.91</b>

### ANALISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular	Resultado
Tratamientos	2	1.00	0.50051	9.420	3.038/4.707	**
Erros exp.	228	12.11	0.05313			
Total	230	13.12	0.05702			

### Anexo Nº 16

Prueba de significancia de Duncan para la variable ganancia de peso vivo

#### PRUEBA DE DUNCAN (Mérito económico)

T1	1.82	<b>a</b>	Repeticiones =	77
T2	1.93	<b>b</b>	CM error =	0.0531
T3	1.98	<b>b</b>	Desv. est. promedio =	0.02626857

Valores de tabla

GL error	Alfa	Distancia	
		2	3
228	0.05	2.772	2.918
	0.01	3.643	3.796

Valores críticos de comparación (DLS Duncan)

GL error	Alfa	Distanciamiento	
		2	3
228	0.05	0.073	0.077
	0.01	0.096	0.100

Nº	Comparación	Diferencia	Distanc	DLS Duncan	Resultado
1	T1 - T2	0.108	2	0.096	**
2	T1 - T3	0.158	3	0.100	**
5	T2 - T3	0.050	2	0.073	ns

### Anexo Nº 17

Diseño completamente al azar para la variable conversión alimenticia

Variable: **Conversión alimenticia**

Repeticiones	T1	T2	T3	Sumatoria
1	2.08	1.69	1.53	
2	1.95	1.64	1.57	
3	2.32	1.96	1.70	
4	2.24	1.56	1.97	
5	1.63	1.48	1.61	
6	1.59	1.60	1.65	
7	1.47	1.64	1.61	
8	1.34	1.51	1.65	
9	1.47	1.85	1.70	
10	1.73	1.91	1.61	
.....				
70	1.59	1.60	1.57	
71	1.44	1.44	1.70	
72	1.31	1.46	1.65	
73	1.37	1.56	1.53	
74	1.51	1.73	1.65	
75	1.59	1.74	1.65	
76	1.83	1.64	1.70	
77	1.40	1.55	1.70	
<b>Total repeticiones</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>231</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.71</b>	<b>1.60</b>	<b>1.56</b>	
<b>Sumatoria</b>	<b>131.81</b>	<b>123.50</b>	<b>119.80</b>	<b>375.11</b>
<b>Sumatoria tratamientos</b>	<b>225.64</b>	<b>198.08</b>	<b>186.38</b>	<b>610.09</b>
<b>Termino de corrección</b>		<b>609.11</b>		

### ANALISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular	Resultado
Tratamientos	2	0.98	0.49159	10.220	3.038/4.707	**
Erros exp.	228	10.97	0.04810			
Total	230	11.95	0.05196			

### Anexo N° 18

Prueba de significancia de Duncan para la variable conversión alimenticia

#### PRUEBA DE DUNCAN (Mérito económico)

T3	1.56	<b>a</b>	Repeticiones =	77
T2	1.60	<b>a</b>	CM error =	0.0481
T1	1.71	<b>b</b>	Desv. est. promedio =	0.02499321

Valores de tabla

GL error	Alfa	Distancia	
		2	3
228	0.05	2.772	2.918
	0.01	3.643	3.796

Valores críticos de comparación (DLS Duncan)

GL error	Alfa	Distanciamiento	
		2	3
228	0.05	0.073	0.077
	0.01	0.096	0.100

N°	Comparación	Diferencia	Distanc	DLS Duncan	Resultado
1	T3 - T2	0.048	2	0.073	ns
2	T3 - T1	0.156	3	0.100	**
5	T2 - T1	0.108	2	0.096	**

### Anexo N° 19

Diseño completamente al azar para la variable mérito económico

Variable: **Mérito económico**

Repeticiones	T1	T2	T3	Sumatoria
1	3.72	2.94	2.66	
2	3.48	2.86	2.72	
3	4.14	3.40	2.95	
4	3.99	2.71	3.43	
5	2.91	2.57	2.80	
6	2.84	2.78	2.87	
7	2.63	2.85	2.80	
8	2.39	2.63	2.87	
9	2.63	3.21	2.95	
10	3.08	3.33	2.80	
...				
70	2.84	2.78	2.72	
71	2.57	2.51	2.95	
72	2.34	2.55	2.87	
73	2.45	2.71	2.66	
74	2.69	3.01	2.87	
75	2.84	3.02	2.87	
76	3.27	2.85	2.95	
77	2.51	2.70	2.95	
<b>Total repeticiones</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>231</b>
<b>Promedio</b>	<b>3.05</b>	<b>2.79</b>	<b>2.71</b>	
<b>Sumatoria</b>	<b>235.15</b>	<b>214.89</b>	<b>208.33</b>	<b>658.36</b>
<b>Sumatoria tratamientos</b>	<b>718.12</b>	<b>599.71</b>	<b>563.63</b>	<b>1881.46</b>
<b>Termino de corrección</b>				<b>1876.38</b>

### ANALISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular	Resultado
Tratamientos	2	5.08	2.53909	16.838	3.038/4.707	**
Erros exp.	228	34.38	0.15080			
Total	230	39.46	0.17157			

### Anexo N° 20

Prueba de significancia de Duncan para la variable mérito económico

#### PRUEBA DE DUNCAN (Mérito económico)

T3	2.71	<b>a</b>	Repeticiones =	77
T2	2.79	<b>b</b>	CM error =	0.1508
T1	3.05	<b>c</b>	Desv. est. promedio =	0.04425406

Valores de tabla

GL error	Alfa	Distancia	
		2	3
228	0.05	2.772	2.918
	0.01	3.643	3.796

Valores críticos de comparación (DLS Duncan)

GL error	Alfa	Distanciamiento	
		2	3
228	0.05	0.073	0.077
	0.01	0.096	0.100

N°	Comparación	Diferencia	Distanc	DLS Duncan	Resultado
1	T3 - T2	0.085	2	0.073	*
2	T3 - T1	0.348	3	0.100	**
5	T2 - T1	0.263	2	0.096	**







