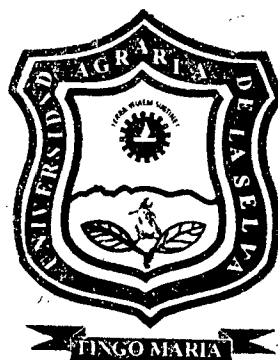


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

Departamento Académico de Ciencia Animal



**"UTILIZACION DE ENZIMA FITASA EN DIETA DE POLLOS
DE CARNE CONTENIENDO POLVILLO DE ARROZ"**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE :

INGENIERO ZOOTECNISTA

Gaby Rocio Becerra Huamán

PROMOCION 2002-I

TINGO MARIA - PERU

2003



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Tefefax: (064) 581280 faczoot@hotmail.com
TINGO MARÍA

"AÑO DE LOS DERECHOS DE LA PERSONA CON DISCAPACIDAD Y CENTENARIO DEL
NACIMIENTO DE JORGE BASADRE GROHMANN"
"Año del Sesquicentenario del Nacimiento del Héroe Coronel Leoncio Prado
Gutiérrez"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de julio del 2003, a horas 6.00 p.m., para calificar la tesis titulada:

"UTILIZACION DE ENZIMA FITASA EN DIETA DE POLLOS DE CARNE CONTENIENDO POLVILLO DE ARROZ".

Presentada por la **Bachiller GABY ROCIO BECERRA HUAMAN**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Art. 81 inc. M, del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

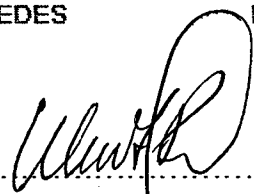
Tingo María, 25 de julio del 2003.


.....
Ing° M.Sc. **CARLOS AREVALO AREVALO**
Presidente


.....
Ing° M.Sc. **TULITA ALEGRIA GUEVARA**
Miembro


.....
Ing° M.Sc. **MEDARDO DIAZ CESPEDES**
Miembro


.....
Dr. **WILSON CASTILLO SOTO**
Asesor


.....
ING° **WALTER PAREDES ORELLANA**
Co Asesor

DEDICATORIA

A la memoria de mis queridos abuelos Fortunato Huamán Z. y Graviela Felix P. quienes con amor y consejos contribuyeron para mi superación.

A mi madre Francisca Huamán Felix por su consejo y respaldo en el desarrollo de mi carrera.

A mis tíos: Santos, Guillermo, Esteban, Miguel y Espidión por todo su apoyo que me brindaron.

A mis hermanos: Melissa , Rodolfo y Renato.

A mis primos: Sonia Dueñas P., Tania Huamán, Leydi Huamán, Karen Huamán, Carlos Huaman, Leonard Huamán, Angel Huamán, Esteban Huamán, Christian Huamán, Fernando Huamán, por toda su amistad y apoyo moral que me brindaron.

A Manuel Salazar A., con amor y cariño.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por darme la vida y guiar mi camino.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a los profesores de la Facultad de Zootecnia, quiénes con sus conocimientos y consejos contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Dr. Wilson Castillo Soto, Asesor del presente trabajo por su ayuda técnica y científica durante el desarrollo del presente.
- Al Ing° Walter Alberto Paredes Orellana, Co-asesor por su colaboración y gran apoyo brindado.
- A la Empresa ILENDER PERÚ, por haberme facilitado la enzima fitasa para la presente Tesis.
- Al Med. Vet. MSc. Daniel Paredes López, por su colaboración en el presente trabajo.
- Al Dr. Milton Muñoz Berrocal, por su apoyo incondicional en el análisis estadístico
- Al Ing° Wagner Villacorta López por brindarme las facilidades durante la ejecución del trabajo experimental.
- A la señora Feliciano Acosta Villanueva por su amistad y ayuda hacia mi persona.

ÍNDICE

	página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.	4
2.1 Fósforo y fitatos	4
2.2 Fitasa y modo de acción	6
2.3 Efecto de la fitasa sobre la alimentación de aves	9
2.4 Polvillo de arroz	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 Lugar de realización del experimento	12
3.2 Instalaciones	12
3.3 Animales y alimentación	13
3.4 Sanidad	13
3.5 Variables independientes	13
3.6 Tratamientos en estudio	15
3.7 Variables dependientes	16
3.8 Análisis económico	16
3.9 Diseño experimental	17

IV. RESULTADOS.....	18
4.1 Evaluación biológica	18
4.2 Análisis económico	23
V. DISCUSIÓN	25
5.1 Evaluación biológica.....	25
5.2 Análisis económico.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	32
IX. ANEXO	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1. Composición porcentual y nutricional de la dieta para pollos de carne para la fase de acabado	14
2. Comportamiento biológico de pollos de carne, en respuesta a los niveles del polvillo de arroz con y sin adición de fitasa durante la fase de acabado.....	19
3. Promedios diarios de performance y peso relativo de grasa abdominal de pollos de carne, durante la fase de acabado, influenciados por los niveles del polvillo de arroz con adición de fitasa	20
4. Análisis económico en función de los tratamientos.....	24
5. Peso de los animales al inicio del experimento (22 días de edad)	37
6. Peso de los animales al final del experimento (22 a 40 días de edad)	38
7. Consumo de alimento total por el periodo y promedio/ave.....	39
8. Conversión alimenticia.....	40
9. Ganancia de peso promedio.....	41
10. Promedio de grasa abdominal	42
11. Composición química del polvillo, en base a materia seca....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Distribución de los tratamientos y unidades experimentales en el galpón	15
2.	Ganancia de peso de pollos de carne, en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta.....	21
3.	Consumo de alimento de pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta	22
4.	Conversión alimenticia de los pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta	22
5.	Beneficio Neto (S/. x kg) de los pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta.....	24

RESUMEN

Para evaluar el efecto del polvillo de arroz (PA) en dietas de pollos de carne conteniendo enzima fitasa sobre la Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo de Alimento (CDA), Conversión Alimenticia (CA), Grasa Abdominal, y el efecto económico, se utilizaron 160 aves de carne de la línea Cobb 500 entre hembras y machos (22 días de edad). Se evaluaron los tratamientos que consistieron en la inclusión de PA en la dieta más la adición de 900 FTU de enzima fitasa/kg de dieta: PAE₀ (0 % de PA), PAE₅ (5 % de PA), PAE₁₀ (10 % de PA) y PAE₁₅ (15 % de PA), y un tratamiento testigo (PASE) que contenía 5 % de PA y sin adición de enzima fitasa; los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo a un diseño completo al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, estando cada unidad experimental compuesta por 8 aves.

La GDP presentó una respuesta cuadrática ($P < 0.01$) en función a los niveles de PA, habiéndose encontrado mejor respuesta con 5.44 % de inclusión de PA más enzima; el CDA tuvo un comportamiento lineal negativo disminuyendo a medida que se incrementó el PA en la dieta; sin embargo, esto no influyó en la CA que presentó un comportamiento cuadrático significativo ($P < 0.001$), presentando una mejor respuesta con 5.47 % de PA; la disminución en el CDA y las respuestas con bajos niveles de inclusión de PA estaría

asociado al mayor porcentaje de fibra en la dieta, por aumentar la viscosidad del bolo alimenticio dificultando una normal digestión y absorción de nutrientes. La grasa abdominal, de los pollos expresado como porcentaje del peso de la carcasa no mostró diferencia significativa. En el análisis económico, animales que recibieron PAE₅ mostraron utilidad 2.5 veces mejor que aquellos que recibieron PAE₀ y 1.6 veces mejor que los alimentados con PASE. En conclusión, con 5.4 % de adición de PA más enzima fitasa en la dieta de pollos de carne se obtuvo la mejor respuesta biológica y con un 9.5 % una mejor respuesta económica.

I. INTRODUCCIÓN

En la zona del Trópico, se ha observado en los últimos años una disminución en la producción avícola a nivel comercial, como consecuencia de los altos costos de producción, y particularmente del precio de los alimentos que en nuestro medio, se ve incrementado por el transporte de los insumos. Considerando que estos representan entre el 75 al 80 % de los costos de producción de las aves, su influencia es decisiva, elevando los costos muchas veces por encima del precio de venta de las aves que son criadas en la costa y comercializadas en nuestro medio.

Alternativas viables de uso de ingredientes regionales han sido demostrados, con mayor énfasis en insumos de origen vegetal. Sin embargo, es conocido que estos insumos contienen ácido fitico que alberga en su composición hasta 65 % del fósforo total. Cuando este ácido fitico ingresa al tracto digestivo se liga a iones minerales principalmente Zn, Mg, Ca, Fe, Cu, Co, Mn, K, a las proteínas y almidones de la dieta formando en ambos casos complejos insolubles e indigestibles (KORNEGAY, 1996 y SAYLOR, 2001), no permitiendo la digestión y absorción de los nutrientes de la dieta y perjudicando, como consecuencia, el desarrollo de los animales.

La fitasa es una enzima que puede hidrolizar completamente el ácido fítico a la forma de monofosfato, y en algunos casos, a inositol libre y ortofosfato (SAYLOR, 2001) sin embargo, esta enzima no es secretada en el sistema digestivo de los animales.

En nuestro ámbito, se cultiva grandes cantidades de arroz, obteniéndose como sub producto, el polvillo de arroz, este insumo se encuentra disponible en nuestra zona; posee en promedio una EM de 2000 kcal/kg, 12.5 % de proteína, 12 % de fibra y 13 % de extracto etéreo. Contiene también cantidades considerables de vitaminas del complejo B, así como de fósforo; sin embargo, este se encuentra casi en su totalidad en la forma de fósforo fítico y por lo tanto, es de disponibilidad limitada (CORDOVA, 1993).

Se ha demostrado que la adición de fitasa exógena en dietas con insumos vegetales para pollos de carne aumenta la disponibilidad de fósforo fítico promoviendo la mineralización adecuada de los huesos (TEICHMANN *et al.*, 1998) y, contribuyendo a la liberación de proteínas, como aminoácidos y minerales de complejos de fitato.

Por lo antes mencionado se asume que, dieta conteniendo polvillo de arroz adicionándole enzima fitasa aumentará la biodisponibilidad del fósforo fítico, mejorando la performance de los pollos.

Para demostrar esto, nos trazamos el siguiente objetivo:

- Evaluar el efecto bioeconómico de la inclusión de polvillo de arroz con adición de la enzima fitasa en alimentación de pollos parrilleros en la fase de acabado.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fósforo y Fitatos

El fósforo es un nutriente esencial que además de formar parte de los huesos, está implicado en otras funciones biológicas, como la regulación del pH intra y extracelular, la acumulación de energía en forma de ATP, el transporte de lípidos y la formación de membranas biológicas; (REBOLLAR y MATEOS, 1999) por este motivo, todos los animales precisan una fuente continuada de fósforo para evitar la presentación de síntomas de deficiencia, tales como, pérdida de apetito, disminución en la velocidad de crecimiento y problemas locomotores de diversa índole.

El ácido fítico es un componente esencial de todas las semillas, constituyendo una reserva de P y otros minerales que se liberarán durante la germinación. El ácido fítico fue descrito por primera vez por Pasternak en 1903, que consiste en una molécula de inositol con uno a seis grupos ortofosfatos, unidos mediante enlaces éster, químicamente, la molécula de IP-6 se define como mioinositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 - hexakis dihidrógeno - fosfato, contiene un 28,2 % de P y posee 6 grupos de ortofosfato con afinidad variable por ciertos cationes y aminoácidos. Los fitatos son sales de ácido fítico con distintos cationes, así la fitina es la sal del ácido fítico con los cationes Ca^{2+} y

Mg²⁺ (FEDNA, 1999).

El ácido fítico que contiene los ingredientes de origen vegetal de los alimentos balanceados, cuando se encuentran en el tracto intestinal, pueden ligar iones minerales; los complejos mineral-fitado resultantes, no se absorben fácilmente a través de la mucosa intestinal resultando en una reducción de la biodisponibilidad de los cationes minerales que se ligan; en pH neutro, se ha demostrado que el fitato reduce también la disponibilidad de minerales, por formar sales solubles con numerosos cationes di y trivalentes que son esenciales para el crecimiento y producción avícola incluyendo el Zn, Mg, Ca, Fe, Cu, Co, Mn y K (KORNEGAY, 1996 y SAYLOR, 2001).

El ácido fítico también puede formar complejos insolubles con proteína y almidón, la interacción de ácido fítico y proteínas es de tipo iónico, depende del pH, a pH bajo el ácido fítico se une a los residuos básicos (grupo amino) de la lisina, arginina e histidina formando complejos insolubles (KORNEGAY, 1996).

Los ingredientes vegetales utilizados en la alimentación animal presentan en mayor o menor medida el ácido fítico, cuyas sales, los fitatos, forman complejos con diversos componentes vegetales, principalmente con el calcio y el fósforo, pero también, con minerales traza, proteína y carbohidratos. Estos complejos reducen considerablemente la disponibilidad de los nutrientes vegetales para los animales monogástricos (aves y cerdos) los cuales carecen

de la enzima necesaria para hidrolizar los complejos (PIZARRO *et al.*, 1999); asimismo, el P contenido en los fitatos es muy poco disponible para aves y porcinos ya que el organismo animal carece de la enzima precisa, al menos en cantidad suficiente, para romper y separar el P de la molécula de inositol. En situaciones normales la mayor parte del fósforo fítico aparece en las heces incrementando el problema de la contaminación ambiental (CASTILLO, 2001).

En el caso de los cereales que contiene fitatos, también son conocidos por inhibir enzimas digestivas endógenas como pepsina, amilasa y tripsina estos efectos son debido probablemente a la naturaleza inespecífica de complejos fitato-proteína y una inhibición debido al efecto quelante de iones de Ca necesarios para la actividad de estas enzimas endógenas (COUSINS, 1999 y SAYLOR, 2001).

2.2 Fitasa y modo de acción.

La enzima fitasa en escala comercial es producida por la fermentación de una cepa modificada de *Aspergillus Níger*, sus características es un polvo de color amarillo pardo, fácilmente miscible en agua (TEICHMANN *et al.*, 1998; COUSIN, 1999; PIZARRO *et al.*, 1999).

Según TEICHMANN *et al.* (1998), la actividad de la enzima fitasa es medida en unidades de actividad de fitasa (FTU), la misma que es definida, por la cantidad de enzima que libera $1 \mu\text{mol}$ de fósforo inorgánico en un minuto, en un substrato de sodio fitato a 37°C en pH 5.5.

Se ha demostrado que en broilers la hidrólisis del ácido fitico tiene lugar fundamentalmente en el buche (69 al 86 % de la actividad fitasa añadida) y en menor medida en el pro ventrículo (31 – 38 %) no detectándose la actividad en el intestino delgado. Su hidrólisis mediante la acción de las fitasas de origen endógeno o exógeno mejora en proporciones variables la absorción y retención del P, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y aminoácidos, especialmente en dietas deficientes (KORNEGAY, 1996; REBOLLAR y MATEOS, 1999).

La fitasa permite reducir la utilización de fósforo inorgánico en la ración, y por lo tanto, la excreción de fósforo disminuye hasta en un 30 %. Por otro lado, la fitasa al actuar sobre los complejos fitato: proteína, mejora notablemente el aprovechamiento de la proteína de la dieta, reduciendo la cantidad de nitrógeno excretado hasta en un 5 %. La fitasa también mejora la utilización de la energía de la dieta y de otros nutrientes, de tal manera, que es posible obtener interesantes ahorros en el costo de alimento balanceado (PIZARRO *et al.*, 1999).

ESTUPIÑAN (2003), trabajando con niveles de fitasa en la dieta de 0, 60, 120 y 180 g/t de alimento encontró un coeficiente de metabolizabilidad del P de 25.05 % en el polvillo de arroz sin adición de la fitasa, el mismo que se incremento hasta un 56.10 % con adición de 114.24 g/t (571.20 FTU/kg de alimento), de enzima en la dieta. Encontró también un aumento significativo en la utilización de la proteína, que aumentó su coeficiente de metabolizabilidad, con el aumento de la fitasa en la dieta, debiéndose esta respuesta en un 67.57

% a la adición de la enzima, la dependencia lineal fue observada desde 0 hasta 180 g/t (900 FTU/kg de alimento).

Trabajos experimentales muestran la compatibilidad y el efecto aditivo de la suplementación conjunta de fitasa exógena y de ácidos orgánicos en cuanto a mejora en la liberación del P fítico y de la productividad animal. Así, Bolig *et al.* (1999), citado por REBOLLAR y MATEOS (1999) observaron que la adición de 1450 FTU de fitasa/kg de alimento en combinación con 6 % de ácido cítrico mejoró la ganancia de peso en broilers, resultados que fueron superiores a los obtenidos cuando utilizaron ácido cítrico exclusivamente.

Experimentos realizados con el objetivo de evaluar rendimientos de carcasa (RC) y grasa abdominal (GA) a los 49 días de edad utilizando dos enzimas comerciales variando entre 80 y 120 % de cada enzima para cada fase de cría demostraron que los pollos de carne sometido a raciones con enzima fitasa presentaron una mejor disposición de grasa entre las hembras, mientras que en rendimiento de carcasa, la suplementación enzimática no surgió efecto en las aves (COSTA y BRANDÃO, 1998). Del mismo modo, BEDFORD (2002), demostró que el uso de enzimas en la dieta mejoró el desempeño, dando mayor utilidad y reducción en los costos de alimentación, por usar una dieta con especificaciones bajas de nutrientes.

Al observar la afinidad enzima-sustrato, en la cual, a mayor concentración de sustrato la actividad enzimática tiende a ser constante

(MURRAY, *et al.*, 1992). En resultados de varias investigaciones sobre el uso de la fitasa que, la respuesta del ave a la fitasa no es lineal, es decir no se puede esperar el mismo mejoramiento en la utilización del fósforo fitico con cada aumento en el nivel de la fitasa suplementado en la dieta (DALE, 1997 y ESTUPIÑAN, 2003).

2.3 Efecto de la fitasa sobre la alimentación de aves

Según PENZ (1998); desde el punto de vista de la nutrición, la viabilización técnica y económica de las enzimas exógenas es un marco importante, pues permite el empleo de algunos ingredientes muchas veces disponibles de utilización limitada por su composición química, esto ocurre con el polvillo de arroz y los granos de trigo, centeno, cebada y avena.

REBOLLAR y MATEOS (1999), aún cuando el efecto de la fitasa en aves no se pone de manifiesto de forma clara que se produzca mejoras en el índice de conversión, si bien, algunos autores encuentran mayores crecimientos al utilizar fitasas, los consumos aumentan y las conversiones no mejoran; otros como GONZALES *et al.* (2000) trabajando con pollos Ross 308 a los 43 días de edad obtuvieron una conversión alimenticia significativamente más eficiente utilizando una dieta con 750 FTU de enzima fitasa/kg de la dieta comparada con una dieta igual pero sin enzima fitasa, las dietas experimentales fueron en base a gluten de maíz, harina de pescado, soya y aceite vegetal.

Por otra parte, las fitasas precisan para actuar un mínimo de actividad de agua, se estima que no se alcanza una actividad significativa hasta que no se llegue a una humedad próxima al 25 - 30 %, por lo que la enzima no es activa en los alimentos, donde la humedad se suele situar alrededor del 10 %; sin embargo, en el aparato digestivo, sí se rebasa el umbral de actividad de agua, lo permite su acción hidrolítica (REBOLLAR y MATEOS, 1999).

2.4 Polvillo de arroz.

El polvillo de arroz contiene en promedio una EM de 2000 kcal/kg, 12.5 % de proteína, 12 % de fibra y 13 % de extracto etéreo también contiene vitaminas del complejo B, así como fósforo que, casi en su totalidad esta en forma de fósforo fitico (CORDOVA, 1993).

El polvillo de arroz contiene cantidades altas de fósforo total, estando este en gran parte en la forma de fitato, y por lo tanto de baja disponibilidad biológica para las aves y suínos. Experimentos realizados han demostrado que el uso de polvillo de arroz hasta un 15 % en la ración con adición de fitasa no afecta la cantidad de P, Ca, Mn y Zn, cenizas de las tibias de pollo, la fitasa aumenta la disponibilidad de fósforo proveniente en fuentes vegetales utilizadas (TEICHMANN *et al.*, 1998).

El grano tiene estructura compleja a base de gran número de células compuestas por fibra de la dieta que encierra a los nutrientes como almidón, grasa, proteína; independientemente a la edad, las aves no pueden digerir la

fibra en las paredes celulares, así las enzimas digestivas no tienen acceso a esos sustratos lo cual conlleva a una pobre conversión alimenticia, pobre crecimiento de pollos, baja energía metabolizable aparente, este puede ser atribuido a la pobre digestión de proteína, aminoácidos y grasas en dietas con alta viscosidad. La adición de enzimas que degraden la fibra pueden romper esa pared celular, permitiendo mejorar su digestibilidad (GRAHAM, 1996).

En experimentos realizados, utilizando pollos de carne se llegó a la conclusión de que es posible la utilización de 10 % de polvillo de arroz con niveles normales de fósforo disponible, sin embargo niveles de 15% de polvillo de arroz afecta el porcentaje de fósforo en el hueso, la fitasa también mejora la disponibilidad de fósforo de origen vegetal en dietas con bajo fósforo disponible reduciendo la concentración de excretas en casi 40 % (LOPEZ *et al.*, 1998).

En cuanto a grasa abdominal como respuesta a la dieta, MENDES (1990) demostró que el tipo de dieta y, dentro de ella, la fuente energética son los factores que influyen sobre la grasa, corroboró que la grasa abdominal aumenta a medida que se incrementa la energía metabolizable de la dieta, siendo más diferenciables en aves hembras. De otro lado, ha quedado demostrado también que a medida que la proteína de la dieta aumenta, la grasa abdominal disminuye (LEESON, 1996).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de realización del experimento

El trabajo se realizó en la instalación avícola de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, Región Andrés Bello Cáceres. Tingo María, geográficamente se encuentra ubicada a $09^{\circ} 17' 58''$ de latitud sur y $76^{\circ} 01' 07''$ de longitud oeste, con una altitud de 660 m.s.n.m, humedad relativa promedio de 84.09 %, temperatura promedio mensual de 24.85°C y una precipitación pluvial de 3441 mm distribuidos durante todo el año (UNAS, 2001).

3.2 Instalaciones

Se utilizó un galpón ubicado en una orientación de norte a sur, de 9.72 m de ancho x 24.74 m de largo de área interna, con piso de concreto, con pendiente de 3 %, vigas y postes de madera, techo de calamina a dos aguas con claraboya; paredes de 3.2 m de altura, lateral con 0.6 m de alféizar, seguido con malla metálica tipo gallinero, y altura central de 4.2 m. Para el experimento, el galpón se cubrió con cortina de polietileno y en el interior se colocaron jaulas a nivel del piso confeccionadas con madera y malla de 1.0 m^2

cada una, donde se distribuyeron los tratamientos con 4 repeticiones cada uno, cada jaula contaba con comedero y bebedero independientes.

3.3 Animales y alimentación

Se utilizaron 160 pollos parrilleros de la línea Cobb 500, de un día de edad, los mismos que recibieron similares condiciones de manejo y alimentación durante los 21 primeros días de edad utilizando un alimento comercial.

A los 22 días de edad se instaló el experimento y consistió en pesar y alojar al azar 8 aves por cada corral con 4 repeticiones para cada tratamiento, las dietas fueron formuladas para atender la necesidades de nutrientes en esta fase según lo recomendado por la NRC (1994), y son mostrados en el Cuadro 1. El periodo de evaluación tuvo una duración de 19 días (40 días de edad)

3.4 Sanidad

El galpón y las jaulas, fueron desinfectados, con lanza llama, cal viva, detergente y lejía. Así también se desinfectaron los comederos y bebederos. La prevención de las enfermedades, se realizó de acuerdo al programa de vacunación para la zona, consistente en una vacunación contra Newcastle, Bronquitis y Gumboro a los 10 días de edad.

3.5 Variables independientes

Polvillo de arroz con adición de enzima fitasa

Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional de la dieta para pollos de carne para la fase de acabado.

Ingredientes (%)	Tratamientos ¹				
	PASE	PAE ₀	PAE ₅	PAE ₁₀	PAE ₁₅
Maíz	57.39	62.13	57.39	52.67	48.01
Torta de soya	21.18	21.72	21.18	20.63	20.07
Aceite vegetal	5.83	5.55	5.83	6.11	6.37
Harina de pescado	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Polvillo de arroz	5.00	-	5.00	10.00	15.00
Carbonato	0.80	0.80	0.80	0.81	0.85
Sal	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Suplemento mineral	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fosfato dicalcico	0.80	0.80	0.80	0.78	0.71
Metionina	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Fitasa	-	0.018	0.018	0.018	0.018
Nutrientes²					
EM, kcal/kg	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00
Proteína, %	20.00	20.00	20.00	20.00	20.0
Calcio, %	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Fósforo disponible, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Lisina, %	1.15	1.15	1.15	1.16	1.16
Metionina, %	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Triptofano, %	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Met-cis, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81
Ptotal, %	0.72	0.66	0.72	0.77	0.82
Fibra total, %	2.93	2.51	2.93	3.35	3.77
Precio/kg	1.435	1.449	1.435	1.420	1.404

1 PASE = testigo 5% de polvillo de arroz sin enzima fitasa, PAE₀ = 0 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₅ = 5 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₁₀ = 10 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₁₅ = 15 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa.

2 Datos calculados con base a la composición de los ingredientes según la NRC (1994).

3.6 Tratamientos en estudio

Los tratamientos consistieron en la utilización de diferentes niveles de polvillo de arroz más enzima exógena fitasa, de nombre comercial FINASE que fue adicionada a la dieta en cantidades de 180 g/t de alimento (900 FTU / kg de dieta).

PASE = 5 % de polvillo de arroz sin enzima fitasa (testigo)

PAE₀ = 0 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa

PAE₅ = 5 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa

PAE₁₀ = 10 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa

PAE₁₅ = 15 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa

En la Figura 1 se muestra el croquis del galpón con la distribución de los tratamientos con 4 bloques cada uno, los rectángulos significan una unidad experimental.

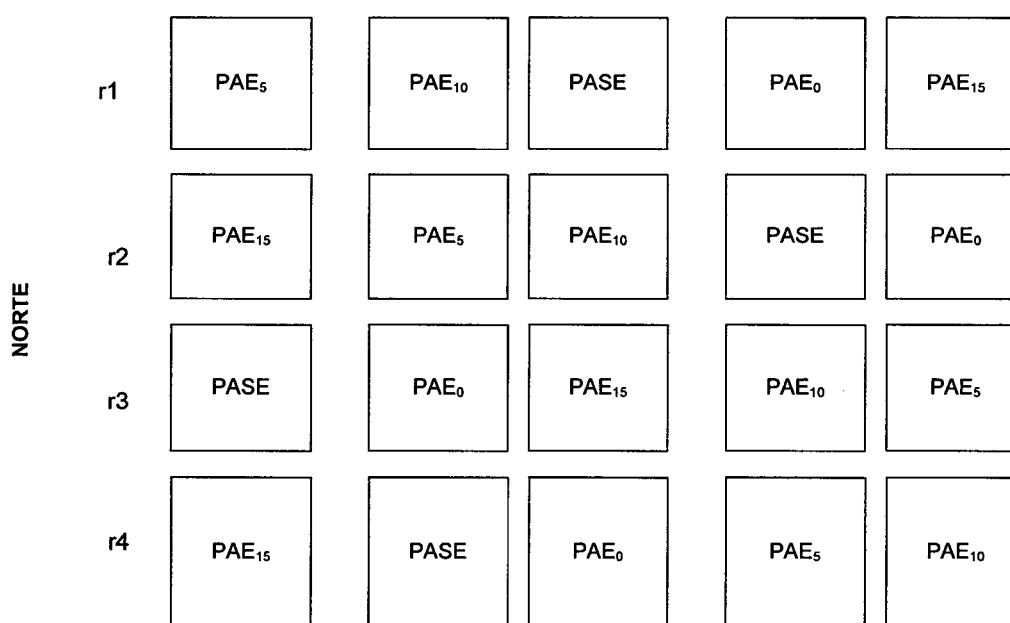


Figura 1. Distribución de los tratamientos y unidades experimentales en el galpón.

3.7 Variables dependientes

Indicadores de desempeño:

- Ganancia de peso (GDP, g)
- Consumo de alimento (CDA, g)
- Conversión alimenticia (CA)

Indicadores fisiológicos:

- Peso relativo de grasa abdominal (%)

La evaluación de peso de grasa abdominal se realizó al final de la fase experimental, donde se midió el peso absoluto de la grasa abdominal y se expreso en valores relativos al peso de la carcasa del ave.

3.8 Análisis económico

Para determinar el análisis económico del experimento se utilizó la siguiente formula:

$$BN_i = PY_i - CV_i - CF_i$$

Donde:

BN_i = Beneficio Neto (S/. por animal y S/.por kg)

i = Tratamiento.

P = Precio/kg del ave (S/.)

Y_i = Peso final por cada tratamiento (S/. por kg)

CV_i = Costo Variable por animal por tratamiento (S/.)

CF_i = Costo Fijo por animal (S/.)

3.9 Diseño experimental

Los animales fueron distribuidos utilizando un diseño completo al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, estando cada unidad experimental compuesta por 8 aves. El modelo lineal aditivo utilizado fue:

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

Donde :

Y_{ij} = J-esíma observación del i-esímo tratamiento.

μ = Media de la población

t_i = Niveles de Polvillo de arroz con o sin adición de fitasa

ε_{ij} = Error experimental

Los resultados fueron analizados a través de pruebas de contrastes y del análisis de variancia de la regresión (Sistema de Análisis Estadístico UNESP-FCAVJ, SAO PAULO, BRASIL) siguiendo el procedimiento descrito por BANZATTO y KRONKA, 1995).

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación biológica

En el Cuadro 2 se muestra los resultados obtenidos para la GDP, CDA, CA y grasa abdominal obtenidos por los animales en respuesta a los tratamientos. Al análisis de variancia, con excepción de la grasa abdominal, GDP, CDA y CA mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), habiéndose obtenido menores resultados con los mayores niveles de inclusión del polvillo.

Mediante un análisis de contrastes, se pudo verificar respuestas diversas en los tratamientos según las variables evaluadas. Así, para todas las variables evaluadas, aun cuando no se encontró diferencias significativas entre grupos que no recibieron enzima frente a los que recibieron; dentro del grupo que recibieron enzimas animales que consumieron dietas conteniendo polvillo de arroz mostraron mejores GDP y CA que aquellos que no recibieron polvillo de arroz en su dieta.

Cuadro 2. Comportamiento biológico de pollos de carne, en respuesta a los niveles del polvillo de arroz con y sin adición de fitasa durante la fase de acabado (promedio/día).

Tratamientos ¹	Ganancia diaria de peso, g	Consumo diario de alimento, g	Conversión alimenticia, kg	Grasa abdominal, %
PASE	76.08 a	152.0 a	1.99 a	1.42 a
PAE ₀	75.29 a	150.8 a	2.00 a	1.51 a
PAE ₅	75.21 a	151.3 a	2.01 a	1.30 a
PAE ₁₀	80.01 a	145.8 ab	1.89 a	1.41 a
PAE ₁₅	60.14 b	141.8 b	2.35 b	1.48 a
SEM ²	1.55	1.80	0.43	0.10
Contrastes				
Sin enzima Vs. con enzima ³	76.08 76.84	152.0 149.3	1.99 1.97	1.42 1.41
P	0.0686	0.0522	0.1195	0.3975
Sin polvillo Vs. con polvillo ⁴	75.29 77.61	150.8 148.6	2.00 1.95	1.51 1.36
P	< 0.0001	0.7450	< 0.0001	0.9742

1 PASE = testigo, 5% de polvillo de arroz sin enzima fitasa; PAE₀ = 0 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa; PAE₅ = 5 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa; PAE₁₀ = 10 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa; PAE₁₅ = 15 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa.

2 SEM: Desviación estándar del promedio.

3 El grupo con enzima fue considerado los tratamientos 0 %, 5 % y 10 % de inclusión de polvillo de arroz en la dieta.

4 El grupo con polvillo fue considerado los tratamientos 5 % y 10 %

En el Cuadro 3 se muestran los valores biológicos de los tratamientos que recibieron enzima en la dieta al compararse a través del análisis de variancia de la regresión, GDP y CA presentaron una respuesta cuadrática, mientras que, el CDA tuvo un comportamiento lineal, que disminuyó con el aumento del polvillo de arroz en la dieta. Referente a la grasa abdominal, expresada como porcentaje de carcasa, no se encontró variaciones

significativas con el aumento del polvillo de arroz en la dieta.

Cuadro 3. Promedios diarios de performance y peso relativo de grasa abdominal de pollos de carne, durante la fase de acabado, influenciados por los niveles del polvillo de arroz con adición de fitasa.

Variables	Tratamientos ¹				Reg. ²	SEM
	PAE ₀	PAE ₅	PAE ₁₀	PAE ₁₅		
Ganancia diaria de peso.	75.30	75.21	80.01	60.15	Q **	3.25
Consumo diario de alimento	150.80	151.30	145.80	141.80	L *	4.00
Conversión alimenticia	2.00	2.01	1.89	2.35	Q **	0.091
Grasa abdominal (% p.c.) ³	1.51	1.30	1.41	1.48	NS	

¹ PAE₀ = 0 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₅ = 5 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₁₀ = 10 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₁₅ = 15 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa.

² Análisis de regresión: L= Efecto Lineal, Q= Efecto Cuadrático; *= P<0.05, **=P<0.01, NS= No significativo.

³ Peso de la grasa abdominal, expresado como porcentaje del peso de carcasa.

En la Figura 2 se observa el comportamiento cuadrático significativo (P<0.01) de la GDP en función de los niveles del polvillo de arroz, habiéndose encontrado una mejor respuesta con 5.44 % de inclusión del polvillo y, debiéndose esta respuesta, en un 80.52 % al efecto del polvillo, según el modelo adoptado.

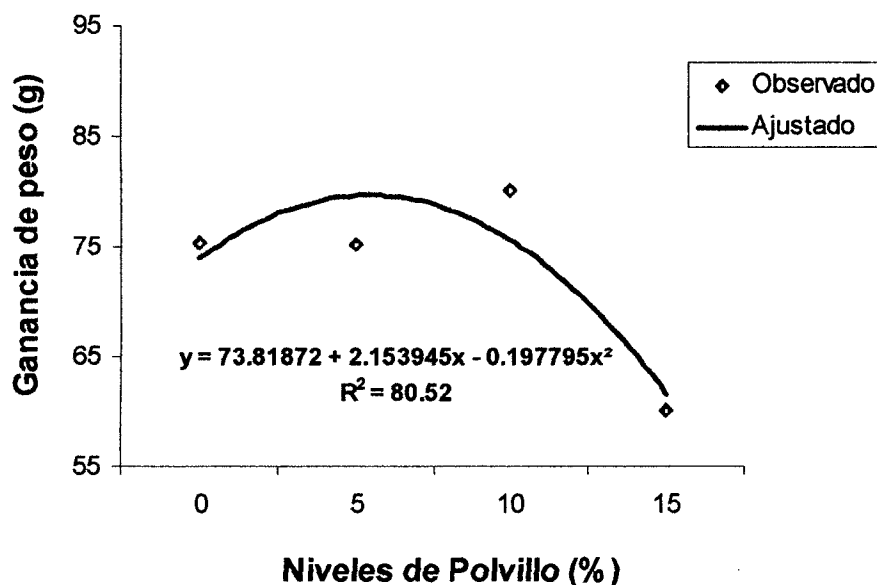


Figura 2. Ganancia de peso de los pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta

En la Figura 3, se observa que la respuesta del CDA fue lineal, disminuyendo el consumo a medida que aumentó el polvillo de arroz en la dieta, debiéndose esta respuesta en 87.02 % al efecto del polvillo, según el modelo adoptado.

En la Figura 4, se observa el comportamiento cuadrático significativo ($P < 0.01$), de la CA habiéndose encontrado una mejor respuesta con 5.47 % de inclusión del polvillo de arroz, debiéndose esta respuesta en un 78.85 % del efecto del polvillo, según el modelo adoptado.

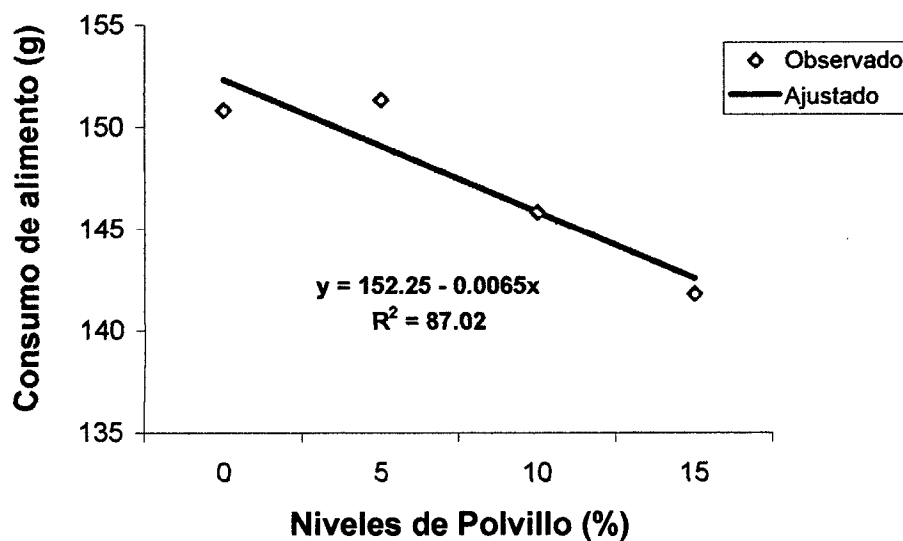


Figura 3. Consumo de alimento de pollos de carne en función a los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta.

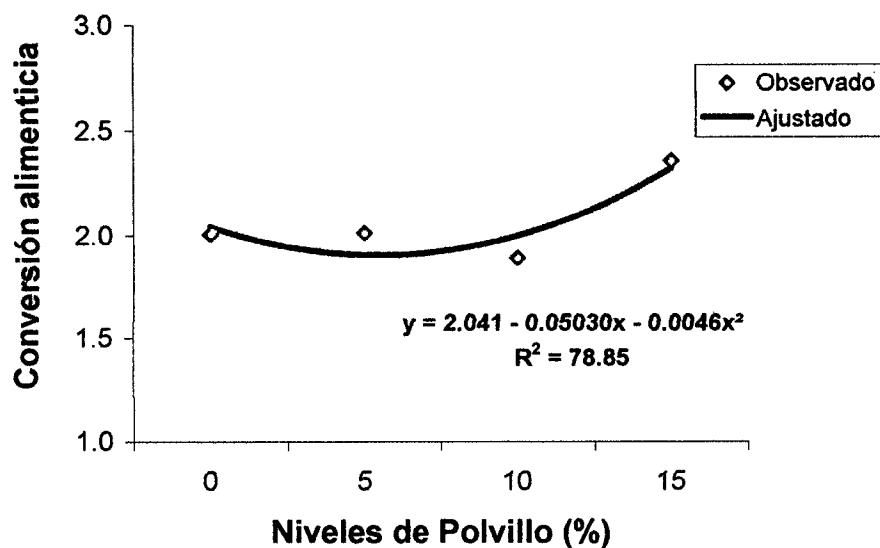


Figura 4. Conversión alimenticia de pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta.

4.2 Análisis Económico

El Cuadro 4 muestra el análisis económico, considerando el precio de venta del kilogramo de peso vivo de un ave, peso final por tratamiento, costos variables, costos fijos, beneficio neto por animal y beneficio neto por kilogramo, en soles, obteniéndose mejores beneficios con los niveles de inclusión de 5 y 10 % de polvillo de arroz más enzima fitasa.

Cuadro 4. Análisis económico en función de los tratamientos¹

Tratamiento ²	Y _i	P _{yi}	C _{vi}	CF	Beneficio Neto ³	
					S/. Por animal	S/. por kg.
PASE	1.653	8.761	4.132	3.69	0.939	0.568
PAE ₀	1.640	8.692	4.270	3.69	0.732	0.446
PAE ₅	1.780	9.434	4.118	3.69	1.626	0.913
PAE ₁₀	1.770	9.381	4.174	3.69	1.517	0.857
PAE ₁₅	1.660	8.798	3.776	3.69	1.332	0.802

1 Análisis económico

BN_i = Beneficio Neto S/. animal.

i = Tratamiento.

Y_i = Peso promedio de carcasa para cada tratamiento (kg)

P_{yi} = Precio por peso de carcasa del ave (S/.)

C_{vi} = Costo Variable por animal por tratamiento (S/.)

CF_i = Costo Fijo por animal (S/.)

Precio de venta del kg de pollo S/5.30

2 PASE = testigo 5% de polvillo de arroz sin enzima fitasa, PAE₀ = 0 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₅ = 5 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₁₀ = 10 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa, PAE₁₅ = 15 % de Polvillo de arroz + enzima fitasa.

3 Costo por kg de peso vivo S/5.30 (\$1.51)

En la Figura 5 se observa un comportamiento cuadrático ($P < 0.01$) para el beneficio neto de pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz, habiéndose encontrado una mejor respuesta con 9.47% de inclusión de niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa.

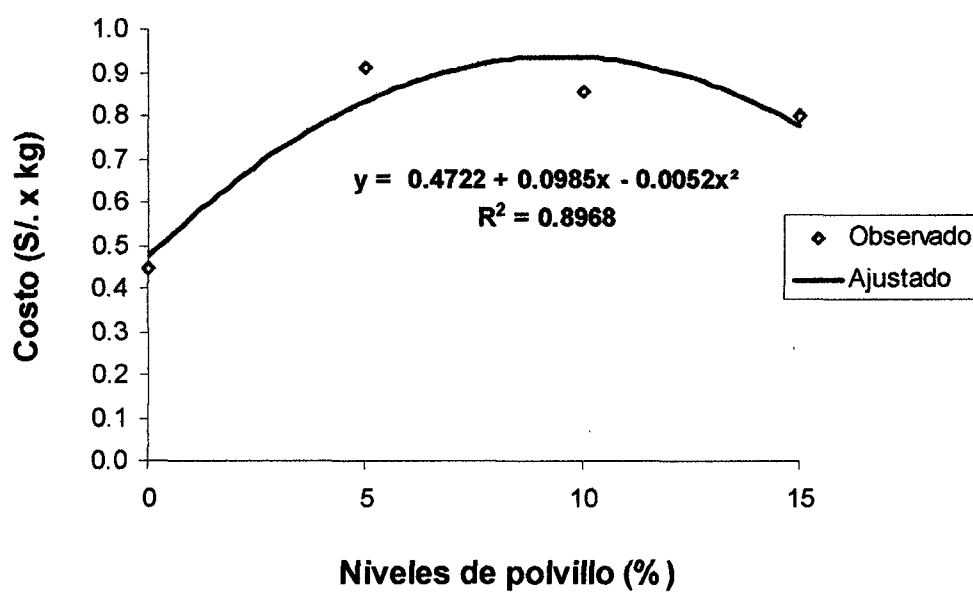


Figura 5. Beneficio Neto (S/. x kg) de pollos de carne en función de los niveles de polvillo de arroz más enzima fitasa en la dieta

V. DISCUSIÓN

5.1 Evaluación Biológica

En la evaluación de la ganancia diaria de peso, el análisis de variancia nos mostró que, animales que consumieron dietas con 15 % de polvillo de arroz mostraron menor GDP; el efecto de la enzima y del polvillo sobre la GDP se apreció mejor al compararlo grupalmente; la falta de diferencia significativa entre la GDP del tratamiento que no recibió enzima frente al grupo que tenía enzima en la dieta, estuvo influenciada por la respuesta cuadrática que presentaron los animales que recibieron niveles crecientes de polvillo de arroz. Sin embargo, dentro del grupo que recibieron enzima en la dieta, animales que consumieron polvillo, presentaron mejor GDP que aquellos que no recibieron ($P < 0.0001$); estos grupos al ser sometidos al análisis de variancia de regresión mostraron un comportamiento cuadrático significativo ($P < 0.01$), presentando la máxima respuesta con 5.44 % de inclusión de polvillo de arroz en la dieta, lo cual sugiere que la enzima fitasa mejora la GDP de los animales, cuando es incluido el polvillo de arroz hasta ese nivel.

Resultados parecidos fueron reportados por LOPEZ *et al.* (1998), donde el uso del polvillo de arroz hasta 10 % con enzima fitasa mejoró la performance de los animales; por haber aprovechado mejor el P fitico. Sin embargo, nuestros resultados son discordantes a los reportados por TEICHMANN *et al.* (1998), que demostraron mejores efectos hasta con 15 %

de polvillo de arroz en la dieta, probablemente el alto porcentaje de fibra en la dieta debido a la inclusión del polvillo de arroz, dificultó el consumo y también el aprovechamiento de los nutrientes. De igual modo, el efecto de la enzima para mejorar la utilización del P fitico y de los otros nutrientes pudiera verse dificultado por la presencia de la fibra. El contenido de fibra del polvillo de arroz usado en las dietas de LOPEZ *et al.* (1998) y TEICHMANN *et al.* (1998) fueron inferiores al encontrado en los experimentos y eso explicaría mejores respuestas con mayores niveles de inclusión de polvillo de arroz en la dieta :

Evaluando el consumo de alimento, aun cuando entre grupos de tratamientos con enzima y sin enzima y, sin polvillo frente al grupo con polvillo no mostraron diferencias significativas, el consumo de alimento se vio influenciado negativamente por la inclusión del polvillo de arroz en la dieta, sin embargo, por la GDP y CA se observa que hubo una respuesta favorable hasta un 10 % de inclusión sobre niveles superiores, el efecto de la fibra fue mas evidente probablemente debido al aumento de viscosidad del bolo alimenticio, el cual no permitiría que las enzimas actúen sobre sus respectivos sustratos incluido la actividad de la fitasa. Estudios realizados por GRAHAM (1996) han demostrado que la inclusión de la fibra en la dieta aumenta la viscosidad del alimento en el tracto digestivo y esta por su vez influye en la respuesta, disminuyendo la GDP y empeorando la CA.

En cuanto a conversión alimenticia, la fitasa puede haber mejorado la utilización del fosforo del polvillo de arroz, pero sin embargo su efecto no se

ha evidenciado, aparte de haber mejorado la utilización del fósforo influyendo en la performance hasta un nivel de 5.47 % de inclusión, arriba de estos niveles el efecto de la fibra probablemente enmascara al efecto de la enzima evitando la digestión y absorción de los nutrientes de la dieta; REBOLLAR y MATEOS (1999) reportaron que no se manifiesta en forma clara las mejoras en el índice de conversión, pues aun cuando algunos autores encuentran mayores crecimientos al utilizar fitasas, pero al aumentar los consumos, la conversión no mejora; estas afirmaciones no coinciden con nuestros resultados encontrados, ya que los consumos no aumentaron y se tuvo una mejor conversión alimenticia con la inclusión de 5.47 % de polvillo.

Respecto a la grasa abdominal, los tratamientos en estudio no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), lo que sugiere que la acumulación de grasa a este nivel no está influenciado por el polvillo de arroz; por lo tanto, la calidad de carcasa no fue alterada. El factor que influye sobre la grasa abdominal es el tipo de dieta y, dentro de ella, la fuente energética; MENDES (1990), demostró que la grasa abdominal aumenta, a medida que se incrementa la energía metabolizable de la dieta, por el contrario, a medida que la proteína de la dieta aumenta, la grasa abdominal disminuye (LEESON, 1996).

5.2 Análisis Económico

El análisis económico obtenido en el experimento nos mostró un beneficio neto por animal por tratamiento de 0.939, 0.732, 1.626, 1.517 y 1.332

soles para los tratamientos con PASE, PAE₀, PAE₅, PAE₁₀, PAE₁₅, respectivamente y una utilidad neta por kg de peso vivo por tratamiento de 0.568, 0.446, 0.913, 0.857 y 0.802 soles para los mismos tratamientos, y respectivamente; en cuanto a la mejora en utilidad, entre el PAE₀ y PAE₅ fue de 204.7 % y al ser comparado con PASE y PAE₅ la diferencia fue de 160.0 % a favor de PAE₅. Analizando en la Figura 5, según el comportamiento cuadrático del beneficio neto, se estimó que con un nivel de inclusión del 9.5 % de polvillo más enzima se mejora económicamente, teniendo mejores índices. Esto concuerda con BEDFORD (2002) quien demostró que la enzima en la dieta mejora el desempeño, da mayor uniformidad y reduce los costos de alimentación.

VI. CONCLUSIONES

- El uso de polvillo de arroz hasta un 5.4 % con adición de enzima fitasa en la dieta mejora la respuesta biológica y hasta un 9.5 % mejora la respuesta económica de pollos de carne.
- El polvillo de arroz en la dieta no altera la deposición de la grasa abdominal de pollos de carne.

VII. RECOMENDACIONES

- Al momento de formular las dietas de aves se debe tener en cuenta la cantidad de fósforo disponible ya que un exceso trae consigo la contaminación ambiental.
- Realizar trabajos de investigación con fitasa en monogástricos con otros insumos no tradicionales.
- Realizar trabajos de investigación con enzimas que degraden la fibra de los insumos regionales.

Effect of the polishings plus fitase on the broilers performance

The effect of polishings flour (P) plus fitase on the Daily Weight gain (DWG) feed daily intake (DFI), Food Conversion (FC), abdominal fat weight (AFW) and economic benefit (EB) of broilers chicken were evaluated. For this purpose 160 twenty two days old male and female broilers chicken of the Cobb 500 breed were allocated in groups of eight each one. The treatments of their broilers' feed was as follows: PF₀ (0 % of P), PF₅ (10 % of P) and PF₁₅ (15 % of P) plus 900 FTU of fitase and a control feed (CF) which contained 5 % of P without fitase. The treatments were according to a complete random design with five treatments and four repetitions.

The DWG shown a quadratic distribution ($P < 0.01$) depending of the P levels in the feed, the highest DWG was shown in the broilers fed with 5.44 % of P plus fitase. The DFI shown a negative linear pattern, it decreased when the P increased in the feed. The FC did not show changes, however it did show a quadratic distribution ($P > 0.001$), the highest FC was obtained with 5.47 % of P in the feed. The abdominal fat weight (AFW) in terms of the carcass weight percentage did not show significant difference. The EB was 2.5 times higher in the broilers fed with the PF₅ than in those fed with PF₀ and 1.6 times higher than in those fed with the CF.

As a conclusion we can say that the broilers fed with 5.4 % of P plus fitase shown the greatest biological responses and those fed with 9.5 % of P shown the greatest economic benefit.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- BANZATTO, A. y KRONKA, S. 1995. Experimentação Agrícola. 3^{ra} Ed. Jaboticabal. FUNEP. 247 p.
- BEDFORD, M. 2002. Las enzimas mejoran la uniformidad del peso corporal de los broilers, con lo que se obtiene una mayor rentabilidad. *Avicultura Profesional. Revista del Avicultor* 20(5) : 22-25.
- CASTILLO, W. 2001. Nutrición: control de la cantidad y la calidad de excretas en porcinos. *Revista de investigación veterinaria del Perú. Supl. 1*: 64 – 78
- CORDOVA, P. 1993. Alimentación animal. Concytec, Lima, Perú. 343 p.
- COSTA, F., BRANDÃO, J. Níveis de enzimas nas rações de frangos de corte, sobre o rendimento de carcaca ea deposição de gordura abdominal. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. (35., 1998, Botucatu sp, Brasil). 1998. Anais, Botucatu, SBZ. p 425 – 426.*
- COUSINS, B. Enzimas en nutrición de aves. *In: Simposio Internacional ACAV. (1., 1999, Concordia, SC, Brasil). 1999. Anais. Concordia, Embrapa. p. 118 – 132.*

- DALE, N. 1997. Tres perspectivas sobre el fósforo. *Industria Avícola Latinoamericana, Poultry Internacional*. 44(4) : 36-37.
- ESTUPIÑAN, P. 2003. Efecto de la enzima fitasa sobre los coeficientes de metabolizabilidad y energía metabolizable del polvillo de arroz en aves de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de La Selva 42 p.
- FEDNA, 1999. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. C. de Blas, G. G - Madrid. 31p.
- GRAHAM, H. 1996. Mode of action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. *In*. do simposio Latino – Americano de Nutricão de Suínos e Aves. (1., 1996, Campinas, Brasil). 1996. Anais Campinas, sp, CBNA. P. 60-69.
- GONZALES, J., CORNEJO, S., CONTRERAS, E. Evaluación productiva de una fitasa de origen microbiano (Ronozyme R fitasa) en dietas de pollos broiler. {En línea}. [http://www.veterinaria.uchile.cl/actividades/congreso,03 de oct. 2000cd/produccion/m34pro.1.doc.htm](http://www.veterinaria.uchile.cl/actividades/congreso,03%20de%20oct.2000cd/produccion/m34pro.1.doc.htm)
- KORNEGAY, E. 1996. Nutrient management of feed animals to enhance protect the environment. CRC Press, Inc., New York. p. 277-302.
- LESSON, S. 1996. Broilers can adjust feed intake based on dietary energy levels feedstuffs. *Poult. Sci.* 68(33):10-11

- LOPES, S., LOPEZ, J., TEICHMANN, F. Efeito na biodisponibilidade de minerais em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. (35., 1998, Botucatu, Brasil). 1998. Anais, Botucatu, SBZ. p 451–453.
- MENDES, A. 1990. Efeito de factores genéticos, nutricionales e de ambiente sobre o rendimento de carcaca de frangos de corte. Botucatu, Tese (Livre Docencia) Facultad de Medicina Veterinaria e Zootecnia, UNESP, 103p.
- MURRAY, R., MAYES, P., GRANNER, D., RODWELL, V. 1992. Bioquímica de Harper. Trad. por Rosario Carsolio. 12 ed., México, El Manual Moderno. 739 p.
- NRC.1994. Nutrient requirements of poultry, National Academy Press Washington, D. C. 155 p.
- PENZ, J. Enzimas em rações para aves e suínos. *In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia* (35., 1998, Botucatu, Brasil). 1998. Anais, Botucatu, SBZ. p 165 - 176.
- PIZARRO, M., VIVEROS, A., CANALES, R., BRENES, A., y CASTAÑO, M. Histological alterations to the bone in low phosphorus in broiler chicks. Effect of vegetal and microbial phytates. *In: Meeting of the European Society of Veterinary Patologists*. (17., 1999, Nantes, Francia). 1999. Proceeding Nantes, Francia. p. 1-7.

- REBOLLAR, P. y MATEOS, G. 1999. El fósforo en nutrición animal. necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. {En línea}: FEDNA, (<http://www.etsia.upm.es/Fedna/capitulos/99cap2.pdf> , 07 de set. 2000).
- SAYLOR, W. 2001. Técnicas de reducción de fósforo: manejo nutrición en pollo de engorda. Industria Avícola. Latinoamericana de Poultry International. 48 (5): 24-31.
- TEICHMANN, H., LOPEZ, J., LOPEZ, G. 1998. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. Rev. Bras. Zootec., Brasil. 27 (2): 338 - 334 .
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA-UNAS 2001. Datos meteorológicos, año 2001. Estación meteorológica José Abelardo Quiñónez. (Archivos).

IX. ANEXO

Cuadro 5: Peso de los animales al inicio del experimento (22 días de edad)

Tto.	Rep.	Repeticiones								Peso Inicial	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total, kg	Promedio g
PASE	1	830	590	1050	700	780	710	600	600	5860.00	732.50
PASE	2	750	650	700	690	650	610	780	600	5430.00	678.75
PASE	3	650	500	780	850	700	790	600	620	5490.00	686.25
PASE	4	780	600	800	750	700	600	680	520	5430.00	678.75
PAE ₀	1	820	620	650	700	790	680	800	580	5640.00	705.00
PAE ₀	2	780	790	890	820	800	680	610	700	6070.00	758.75
PAE ₀	3	550	940	700	650	780	700	610	650	5580.00	697.50
PAE ₀	4	800	800	850	610	610	650	680	570	5570.00	696.25
PAE ₅	1	500	590	700	620	700	620	580	650	4960.00	620.00
PAE ₅	2	800	600	950	800	620	680	650	550	5650.00	706.25
PAE ₅	3	730	800	800	800	650	550	610	550	5490.00	686.25
PAE ₅	4	600	680	650	710	800	580	600	580	5200.00	650.00
PAE ₁₀	1	540	850	820	720	800	700	700	600	5730.00	716.25
PAE ₁₀	2	850	690	800	720	710	700	720	590	5780.00	722.50
PAE ₁₀	3	800	820	680	720	690	620	500	590	5420.00	677.50
PAE ₁₀	4	850	700	820	780	620	620	600	520	5510.00	688.75
PAE ₁₅	1	680	600	780	800	720	680	620	580	5460.00	682.50
PAE ₁₅	2	600	550	820	750	650	700	500	560	5130.00	641.25
PAE ₁₅	3	680	500	780	700	800	700	690	580	5430.00	678.75
PAE ₁₅	4	700	720	820	690	620	680	680	580	5490.00	686.25

Cuadro 6: Peso de los animales al final del experimento (22 a 40 días de edad) en kg.

Tto.	Rep.	Repeticiones								Peso Final	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total, kg	Promedio, g
PASE	1	2420	2550	2110	2210	1900	2250	2400	1790	17630	2203.75
PASE	2	2300	2250	2410	2110	2200	2110	1610	2390	17380	2172.50
PASE	3	2250	1910	1700	2600	2150	2080	2100	2080	16870	2108.75
PASE	4	2650	1790	1890	1770	2350	2190	1900	2050	16590	2073.75
PAE ₀	1	2100	2090	2150	1890	2150	2160	2250	2320	17110	2138.75
PAE ₀	2	2600	2020	2000	2320	2240	1800	1900	2490	17370	2171.25
PAE ₀	3	2290	2350	2080	2060	2550	2150	1950	2000	17430	2178.75
PAE ₀	4	1950	1800	2500	1800	1910	2510	2120	2000	16590	2073.75
PAE ₅	1	2280	1690	2100	1920	1900	2000	1810	2190	15890	1986.25
PAE ₅	2	1890	2490	2100	1990	2510	2130	2290	2000	17400	2175.00
PAE ₅	3	2020	2300	1990	2020	1830	2370	1910	2450	16890	2111.25
PAE ₅	4	2150	2200	1920	2310	2360	1950	2000	1960	16850	2106.25
PAE ₁₀	1	1600	2300	2650	1910	2200	2530	2200	2180	17570	2196.25
PAE ₁₀	2	1250	2190	2690	2500	2000	2220	2500	2250	17600	2200.00
PAE ₁₀	3	2500	2210	2050	2050	2000	2100	2390	2250	17550	2193.75
PAE ₁₀	4	2600	2000	1860	1640	1800	2100	2600	2000	16600	2075.00
PAE ₁₅	1	1920	1800	1520	1610	1950	1900	1610	1900	14210	1776.25
PAE ₁₅	2	1690	2100	1860	1630	1590	2100	2110	1680	14760	1845.00
PAE ₁₅	3	1600	1700	1600	2080	1610	1910	1980	2180	14660	1832.50
PAE ₁₅	4	1550	1750	1790	1560	2400	1780	1800	1820	14450	1806.25

Cuadro 7: Consumo de Alimento total por el periodo y promedio/ave

Trat	Rep.	Consumo de Alimento total por aves, kg	Consumo total alimento kg/ave	Consumo diario de alimento, g
PASE	1	23.00	2.88	151.00
PASE	2	23.22	2.90	153.00
PASE	3	23.43	2.93	154.00
PASE	4	22.72	2.84	150.00
Promedio		23.09	2.89	152.00
PAE ₀	1	23.20	2.90	153.00
PAE ₀	2	23.11	2.89	152.00
PAE ₀	3	23.71	2.96	156.00
PAE ₀	4	21.50	2.69	142.00
Promedio		22.88	2.86	150.80
PAE ₅	1	23.80	2.98	157.00
PAE ₅	2	22.80	2.85	150.00
PAE ₅	3	22.55	2.82	148.00
PAE ₅	4	22.75	2.84	150.00
Promedio		22.98	2.86	151.30
PAE ₁₀	1	21.50	2.69	142.00
PAE ₁₀	2	21.90	2.74	144.00
PAE ₁₀	3	22.48	2.81	148.00
PAE ₁₀	4	22.59	2.82	149.00
Promedio		22.12	2.77	145.80
PAE ₁₅	1	21.65	2.71	142.00
PAE ₁₅	2	21.70	2.71	143.00
PAE ₁₅	3	21.60	2.70	142.00
PAE ₁₅	4	21.21	2.65	140.00
Promedio		21.54	2.69	142.00

Cuadro 8: Conversión Alimenticia ¹

Tto.	Rep.	Peso inicial, g	Peso final, g	Increment. de peso, g	Cons. Alim. total, g	C.A ²
PASE	1	5860	17630	11770	23000	1.95
PASE	2	5430	17380	11950	23220	1.94
PASE	3	5490	16870	11380	23430	2.06
PASE	4	5430	16590	11160	22720	2.04
Promedio		5552	17117	11565	23092	1.997
PAE ₀	1	5640	17110	11470	23200	2.02
PAE ₀	2	6070	17370	11300	23110	2.05
PAE ₀	3	5580	17430	11850	23710	2.00
PAE ₀	4	5570	16590	11020	21500	1.95
Promedio		5715	17125	11410	22880	2.005
PAE ₅	1	4960	15890	10930	23800	2.18
PAE ₅	2	5650	17400	11750	22800	1.94
PAE ₅	3	5490	16890	11400	22550	1.98
PAE ₅	4	5200	16850	11650	22750	1.95
Promedio		5325	16757	11432	22975	2.012
PAE ₁₀	1	5730	17570	11840	21500	1.82
PAE ₁₀	2	5780	17600	11820	21900	1.85
PAE ₁₀	3	5420	17550	12130	22480	1.85
PAE ₁₀	4	5510	16600	11090	22590	2.04
Promedio		5610	17330	11720	22117	1.89
PAE ₁₅	1	5460	14210	8750	21650	2.47
PAE ₁₅	2	5130	14760	9630	21700	2.25
PAE ₁₅	3	5430	14660	9230	21600	2.34
PAE ₁₅	4	5490	14450	8960	21210	2.37
		5377	14520	9142	21540	2.35

1 Calculado en base al total de las aves

2 CA Conversión Alimenticia

Cuadro 9: Ganancia de Peso Promedio

Trat.	Rep.	Peso Inicial, kg	Peso Final, kg	G.P/animal, kg	GDP, g *
PASE	1	0.7325	2.2037	1.4712	77.43
PASE	2	0.6787	2.1725	1.4937	78.61
PASE	3	0.6862	2.1087	1.4224	74.86
PASE	4	0.6787	2.0737	1.3949	73.41
Promedio		0.6940	2.1396	1.4455	76.08
PAE ₀	1	0.7050	2.1387	1.4337	75.45
PAE ₀	2	0.7587	2.1712	1.4124	74.33
PAE ₀	3	0.6975	2.1787	1.4812	77.95
PAE ₀	4	0.6962	2.0914	1.3951	73.42
Promedio		0.7143	2.1450	1.4306	75.29
PAE ₅	1	0.6200	1.9862	1.3662	71.90
PAE ₅	2	0.7062	2.1750	1.4687	77.30
PAE ₅	3	0.6862	2.1112	1.4249	74.99
PAE ₅	4	0.6500	2.1062	1.4562	76.64
Promedio		0.6656	2.0946	1.4290	75.21
PAE ₁₀	1	0.7162	2.2814	1.5651	82.37
PAE ₁₀	2	0.7225	2.3357	1.6132	84.90
PAE ₁₀	3	0.6775	2.1937	1.5162	79.80
PAE ₁₀	4	0.6887	2.0750	1.3862	72.96
Promedio		0.7012	2.2215	1.5202	80.01
PAE ₁₅	1	0.6825	1.7762	1.0937	57.56
PAE ₁₅	2	0.6412	1.8450	1.2037	63.35
PAE ₁₅	3	0.6787	1.8325	1.1537	60.72
PAE ₁₅	4	0.6862	1.8062	1.1199	58.94
Promedio		0.6721	1.8149	1.1427	60.14

* GPD en un periodo de 19 días

Cuadro 10: Promedio de grasa abdominal.

Tto.	Repetición	P. vivo (kg)	P. de carcasa (kg)	P. de grasa (g)	Porcentaje del P. vivo	Porcentaje Del P. carcasa
PASE	1	2.33	1.74	24.5	1.059	1.415
PASE	2	2.18	1.65	46.3	2.133	2.824
PASE	3	2.17	1.56	29.3	1.353	1.890
PASE	4	2.22	1.66	28.5	1.239	1.663
PAE ₀	1	2.12	1.59	34.5	1.624	2.168
PAE ₀	2	2.16	1.64	32.3	1.480	1.948
PAE ₀	3	2.22	1.67	40.5	1.820	2.417
PAE ₀	4	2.15	1.65	36.3	1.648	2.148
PAE ₅	1	1.96	1.50	29.0	1.482	1.939
PAE ₅	2	2.12	1.57	23.0	1.087	1.463
PAE ₅	3	2.15	1.60	33.0	1.553	2.078
PAE ₅	4	2.18	1.65	16.5	0.760	1.003
PAE ₁₀	1	2.33	1.78	39.8	1.742	2.281
PAE ₁₀	2	2.46	1.85	37.0	1.490	1.978
PAE ₁₀	3	2.25	1.69	21.5	0.980	1.303
PAE ₁₀	4	2.30	1.76	36.3	1.555	2.039
PAE ₁₅	1	3.41	2.51	51.5	1.540	2.089
PAE ₁₅	2	1.99	1.50	42.5	2.097	2.784
PAE ₁₅	3	1.90	1.40	38.5	2.026	2.751
PAE ₁₅	4	1.68	1.24	12.5	0.746	1.006

Cuadro 11. Composición química del polvillo de arroz, en base a materia
seca

Nutrientes	Fuentes ¹	
	1	2
Materia seca	90.00	80.79
Proteína bruta	12.20	12.40
Extracto etéreo	11.00	7.16
Fibra cruda	4.10	10.80
Fósforo total	0.14	0.92

¹ Fuentes: 1 NRC (1994), 2 Análisis realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva