

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIA ANIMAL**



**EVALUACION DEL POLVILLO DE ARROZ EN REEMPLAZO DEL  
AFRECHO DE TRIGO EN ETAPA DE CRECIMIENTO- ENGORDE  
EN CUYES (*Cavia porcellus* L., 1758)**

**Tesis**

**Para optar el Título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**JOSE VICTOR RUIZ CCANCCE**

**PROMOCION 2001 - II**

**Tingo María - Perú**

**2007**

L02

R94

Ruiz Ccancece, José V.

Evaluación del Polvillo de Arroz en Reemplazo del Afrecho de Trigo en Etapa de Crecimiento-Engorde en Cuyes (*Cavia porcellus*). Tingo María, 2006

72 h.; 11 cuadros; 4 fgrs.; 1 Dgrm; 36 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria De la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

CAVIA PORCELLUS / POLVILLO DE ARROZ / FISIOLOGÍA DIGESTIVA /  
VALOR NUTRITIVO / MATERIALES Y MÉTODOS / RENTABILIDAD /  
TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA  
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (082) 561280  
TINGO MARÍA

"Año de la Consolidación Democrática"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 17 de noviembre del 2006, a horas 3:00 p.m., para calificar la tesis titulada:

**"EVALUACION DEL POLVILLO DE ARROZ EN REEMPLAZO DEL AFRECHO DE TRIGO EN ETAPAS DE CRECIMIENTO – ENGORDE EN CUYES (*Cavia porcellus* L., 1758).**

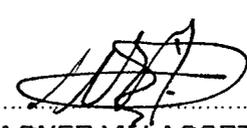
Presentado por el Bachiller **José Victor CCANCCE RUIZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, el 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 Artículo 82° del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 17 de noviembre del 2006

  
M.Sc. MEDARDO DIAZ CESPEDES  
Presidente

  
Ing. WALTER PAREDES ORELLANA  
Miembro

  
Ing. WAGNER VILLACORTA LOPEZ  
Miembro

  
M.Sc. JUAN LAO GONZALES  
Miembro

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Por darme el espíritu de vida y adopción, de esta manera permitirme lograr unas de mis metas trazadas.

**Con mucho amor y cariño a mis queridos Padres:**

**Diómedes e Hipólita**, por su gran sacrificio en lograme una buena persona y un profesional.

### **A mis queridos hermanos:**

**Pablo, Jorge, Alejandro, Nérida, Vicente, Bertha, Carmen**, primos, tíos y demás familiares que de una u otra forma contribuyeron para la culminación de mi carrera.

### **A mi novia:**

**Danithza**, con todo mi amor por ser una persona muy pura y verdadera.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Alma Mater, por haber permitido formarme como profesional.

Al Ing. MSc. Juan Lao Gonzales, asesor del trabajo por su apoyo, dedicación, consejos y conocimientos impartidos hacia mi persona.

Al Ing. MSc. Víctor Hidalgo Lozano, copatrocinador del presente trabajo.

A los docentes de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por su abnegada enseñanza brindada durante mi vida universitaria.

A la Universidad Nacional Agraria la Molina por la ayuda prestada para la realización de este trabajo de investigación.

A la granja de cuyes de Cieneguilla por la ayuda en la realización de este trabajo y en especial a la Ing. Teresa Montes.

A un gran amigo Ing. Jorge Luis Philipps Gallo por su ayuda incondicional en la redacción y culminación de este trabajo de investigación.

A mis amigos y todos mis compañeros de estudios por su amistad y apoyo brindado.

## INDICE GENERAL

	Página
I. NTRODUCCION .....	01
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	03
2.1. Fisiología digestiva .....	03
2.2. Necesidades nutritivas .....	04
2.2.1. Requerimiento de proteína .....	05
2.2.2. Requerimiento de energía .....	06
2.2.3. Requerimiento de fibra .....	07
2.2.4. Requerimiento de agua .....	08
2.2.5. Requerimiento de vitamina C .....	09
2.3. Producción de grano de arroz y polvillo de arroz .....	10
2.3.1. Polvillo de arroz .....	11
2.3.2. Obtención de polvillo de arroz .....	13
2.3.3. Valor nutritivo .....	15
2.3.4. Uso del polvillo de arroz en la alimentación animal .....	19
III. MATERIALES Y METODOS .....	21
3.1. Lugar y duración del experimento .....	21
3.2. Tipo de investigación .....	21
3.3. De los animales experimentales .....	21
3.4. Instalaciones y equipos .....	22
3.5. Forraje .....	22
3.6. Evaluaciones .....	23
3.6.1. Ganancia de peso .....	23

3.6.2. Consumo de alimento y conversión alimenticia .....	24
3.6.3. Rendimiento de carcasa .....	24
3.6.4. Retribución económica .....	25
3.7. Variables independientes .....	25
3.8. Tratamiento en estudio .....	25
3.9. Diseño experimental .....	28
3.10. Variables dependientes .....	30
IV. RESULTADOS .....	31
4.1. Ganancia de peso .....	31
4.2. Consumo de alimento .....	33
4.3. Conversión alimenticia .....	35
4.4. Rendimiento de carcasa .....	36
4.5. Retribución económica .....	37
V. DISCUSION .....	39
5.1. Ganancia de peso .....	39
5.2. Consumo de alimento .....	41
5.3. Conversión alimenticia .....	44
5.4. Rendimiento de carcasa .....	45
5.5. Retribución económica .....	46
VI. CONCLUSIONES .....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	49
VIII. ABSTRACT .....	50
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	51
X. ANEXOS .....	56

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Requerimientos nutritivos del cuy en crecimiento y engorde .....	10
2. Producción nacional de arroz en cáscara (t) .....	15
3. Valor nutritivo del polvillo de arroz (base fresca) .....	18
4. Composición proximal porcentual del rastrojo de brócoli ( <i>Brassicaceae sp</i> ).....	23
5. Composición porcentual de las raciones experimentales (base seca) .....	27
6. Análisis proximal porcentual de las raciones experimentales .....	28
7. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre la ganancia de peso en cuyes (g/cuy) .....	32
8. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo total (Concentrado más brócoli g/cuy) .....	33
9. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre la conversión alimenticia en cuyes .....	35
10. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el rendimiento de carcasa en cuyes .....	36
11. Retribución económica de las raciones con polvillo de arroz .....	38
12. Pesos semanales de los cuyes por grupo experimental (g/cuy) .....	57
13. Ganancia de peso semanal g/cuy .....	58
14. Consumo semanal del alimento balanceado tal como ofrecido por los cuyes (g/poza) .....	59
15. Consumo semanal del alimento balanceado en materia seca por los cuyes (g/poza) .....	60

16. Consumo semanal de rastrojos de brócoli tal como ofrecido por los cuyes (g/poza) .....	61
17. Consumo semanal de rastrojo de brócoli en materia seca por los cuyes (g/poza) .....	62
18. Consumo de concentrado y rastrojo de brócoli total periodo en materia seca (g/MS/49 días) .....	63
19. Resumen de peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento (MS), conversión alimenticia y rendimiento de carcasa por los cuyes en 49 días .....	64
20. Análisis de variancia y prueba de Duncan para peso inicial g/cuy .....	65
21. Análisis de variancia y prueba de Duncan para ganancia de peso g/cuy .....	65
22. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo total de alimento g MS/cuy .....	65
23. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo de alimento g TCO <sub>(1)</sub> /cuy .....	66
24. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo de concentrado g MS/cuy .....	66
25. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo de brócoli g MS/cuy .....	67
26. Análisis de variancia y prueba de Duncan para conversión alimenticia en materia seca .....	67
27. Análisis de variancia y prueba de Duncan para conversión alimenticia en materia fresca .....	67

28. Análisis de variancia y prueba de Duncan para rendimiento de carcasa .....	68
29. Análisis de variancia y prueba de Duncan para el peso de la carcasa .....	68
30. Rendimiento de la carcasa por tratamiento .....	69
31. Retribución económica por cuy beneficiado .....	70
32. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo brócoli (g/cuy) .....	70
33. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo Concentrado (g/cuy) .....	71
34. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo brócoli (g/cuy) .....	71
35. Composición nutricional y precio de los insumos utilizados en las raciones .....	72

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ganancia de peso promedio por tratamiento (g/cuy) .....	32
2. Consumo de concentrado en materia seca (MS) .....	34
3. Conversión alimenticia por tratamiento .....	35
4. Rendimiento de carcasa por tratamiento (%) .....	37

## INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama	Página
1. Productos y subproductos de la molienda del grano de arroz .....	13

## RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja de Cuyes de Cieneguilla de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se evaluó cinco niveles de sustitución de polvillo de arroz en reemplazo del afrecho de trigo 0 % (T1), 7.5 % (T2), 12.5 % (T3), 25 % (T4) y 50 % (T5) en dietas de crecimiento – acabado que duró 49 días. Se emplearon 80 cuyes machos mejorados tipo I, destetados de 10-15 días de edad, distribuidos de forma aleatoria en 20 pozas de 4 cuyes cada una designando 4 de estas por tratamiento cuyo peso promedio general fue 441 g. Las dietas contenían de 2.7 a 2.8 Mcal/kg de energía digestible y de 17.2 a 18.2 % de proteína que se suministraron ad libitum, con forraje (rastrajo de brócoli) al 20 % del peso vivo. De manera general no se encontró diferencia estadísticas entre tratamientos, en donde la ganancia de peso reportó 533.75<sup>a</sup> (T1), 529.38<sup>a</sup> (T2), 548.20<sup>a</sup> (T3), 523.08<sup>a</sup> (T4) y 495.25<sup>a</sup> (T5), así mismo el consumo de alimento registró 2609.5<sup>a</sup> (T1), 2621.3<sup>a</sup> (T2), 2696.0<sup>a</sup> (T3), 2711.9<sup>a</sup> (T4) y 2579.8<sup>a</sup> (T5). También en la conversión alimenticia se registró 4.9<sup>a</sup> (T1), 5.0<sup>a</sup> (T2), 4.9<sup>a</sup> (T3), 5.1<sup>a</sup> (T4) y 5.2<sup>a</sup> (T5), en el rendimiento de carcasa se obtuvo 73.2<sup>a</sup> (T1), 74.0<sup>a</sup> (T2), 73.8<sup>a</sup> (T3), 72.1<sup>a</sup> (T4) y 72.9<sup>a</sup> (T5), la retribución económica obtenida S/kg fue: S/. 10.468 (T1) y de S/. 10.486 (T3), 10.341(T2), 10.260 (T4) y 9.920 (T5). El polvillo de arroz es un subproducto que puede ser usado hasta 30 % en raciones para cuyes.

## I. INTRODUCCION

La crianza de cuyes se encuentra ampliamente distribuida a lo largo del territorio nacional; especialmente en la región andina sigue siendo una actividad de tipo familiar y de autoconsumo, además constituye una de las alternativas para el poblador peruano como fuente de proteína, disminuyendo considerablemente los problemas nutricionales, y a la vez, puede servir como generador de ingresos para el sustento de las familias. Actualmente se está observando el creciente desarrollo de pequeñas granjas comerciales que nos alienta a realizar diversos estudios orientados a mejorar las características productivas y reproductivas de esta especie; generando, en este sentido, la necesidad de evaluar el uso de nuevos insumos sustitutos de los tradicionales.

La utilización de insumos no tradicionales, disponible en grandes cantidades en ciertas regiones del país, podría ser una alternativa en la crianza del cuy; para tal efecto se plantea la hipótesis que al sustituir el afrecho de trigo por polvillo de arroz los cuyes pueden tener mejor rendimiento productivo, porque este insumo con relación al maíz tiene menor costo y 40 % más de proteína. Pero respecto al afrecho de trigo es bastante cercano el contenido de proteína pero 22 % superior en energía digestible y 78 % en

grasa; en este sentido lo que se busca mediante este trabajo de investigación es obtener una crianza rentable y sostenible con el uso de un insumo no tradicional de bajo costo y disponible en cantidades suficientes en las zonas productoras de este cereal, así como por las bondades nutricionales que presenta. Para lo cual nos trazamos el siguiente objetivo:

- Evaluar el efecto de cinco niveles del polvillo de arroz en la ración sobre el consumo, incremento de peso, conversión alimenticia, rendimiento de la carcasa y retribución económica de los cuyes en crecimiento – engorde.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Fisiología digestiva

El cuy está clasificado dentro del grupo de los monogástricos herbívoros y por consiguiente realizan fermentación post gástrica con una gran capacidad de consumo de forraje. Tienen un sólo estómago y posee un ciego muy desarrollado y funcional, con presencia de flora bacteriana, la cual es altamente predominante; también se ha identificado una serie de protozoarios. Tanto las bacterias como los protozoarios son los responsables de la fermentación de alimentos fibrosos (CAYCEDO, 2000).

También podemos decir que el cuy es un roedor herbívoro, clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación postgástrica (CERNA, 1997). Presenta un ciego funcional algo más especializado que el conejo. La existencia de una predominante flora bacteriana produce una fermentación rápida del alimento grosero. Sin embargo, el tiempo necesario para la multiplicación de los microorganismos es mayor que la retención del alimento; este problema es resuelto parcialmente por mecanismos que aumenta su permanencia y la desintegración sustancial de los carbohidratos, generando la absorción de energía bajo la forma de ácidos grasos volátiles. La mayor actividad

fermentativa sobre el alimento, ocurre en el ciego, colon proximal (CERNA, 1997).

El cuy es un animal que realiza cecotrofia, produciendo dos tipos de pellets, uno rico en nitrógeno que es reutilizado (cecotrofo) y el otro es eliminado como heces, la cecotrofia es un proceso digestivo poco estudiado; siendo una actividad que explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en pruebas de alimentación (SARAVIA, 1995).

## **2.2. Necesidades nutritivas**

Los requerimientos nutritivos del cuy para crianza comercial, aún no han sido establecidos para sus diferentes estadios fisiológicos. Los datos existentes recomendados por el NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1995) de los EEUU, para cuyes de laboratorio han sido reportados solamente para mantenimiento.

Los requerimientos nutritivos de los cuyes permitirían elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. A la vez los requerimientos también dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (CHAUCA, 1997).

### 2.2.1. Requerimiento de proteína

Estudios realizados en el Perú, indican niveles de proteína total entre 14 y 21 % debiéndose esta variación al tipo de insumo utilizado, al genotipo y a la edad de los cuyes. Niveles mayores de proteína no producen efectos benéficos en cuyes en crecimiento (HIDALGO *et al.*, 1999).

Con las investigaciones realizadas sobre niveles de proteína en distintas etapas fisiológicas del cuy se logró adecuados rendimientos con 17 % para crecimiento, 16 % para engorde, en raciones mixtas con forraje y concentrado (CAYCEDO, 2000).

Igualmente estudios realizados por diferentes autores indicarían que no existen diferencias estadísticas significativas entre los niveles de 18, 19 y 20 % de proteína sobre la ganancia de peso (CHAUCA, 1997); de igual forma otros estudios coinciden que no existen diferencias significativas con niveles de 16, 18, 21, y 24 % de proteína sobre la ganancia de peso en cuyes en crecimiento (CAYCEDO *et al.*, 1988).

El NRC (1978) recomienda niveles de 18 a 20 % de proteína total, igualmente el NRC (1995) considera 18 % de proteína con niveles de lisina de 0.84 %, arginina de 1.2 %, leucina 1.08 %, fenilalanina 1.08 % y metionina 0.60 %. Estudios realizados con diferentes dietas balanceadas han determinado que el cuy responde bien en crecimiento con niveles de lisina de

0.68 % en crecimiento y 0.58 % para acabado; de metionina mas cistina 0.43 % para crecimiento y 0.31 % para acabado (CAYCEDO, 2000).

### **2.2.2. Requerimiento de energía**

La energía es esencial para los procesos vitales del cuy, para actividades musculares, síntesis de tejidos, contrarrestar el frío, etc. Nutrientes como carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al cuy, cuando son metabolizados a nivel celular. Sin embargo, la mayor parte de la energía es suministrado por los carbohidratos de los alimentos de origen vegetal por el porcentaje que participan en la dieta (ALIAGA, 1993).

La energía digestible de 3.0 Mcal/kg de dieta fue reportado por CIPRIAN (2005), mientras que el NRC (1995) recomienda niveles de 2.8 a 3.2 Mcal/kg de dieta. Sin embargo niveles de energía metabolizable de 3.32, 3.47, 3.46, y 3.30 (testigo) Mcal/kg de alimento concentrado y pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) restringido al 20 % del peso vivo, no mostraron diferencias estadísticas significativas en ganancia de peso, reportando valores de 15.32, 14.92, 15.40 y 12.78 g/cuy/día respectivamente (CIPRIAN, 2005).

Se ha observado que existe una aparente relación inversa entre el contenido energético de los alimentos y su consumo. Los trabajos de alimentación realizadas con cuyes mejorados sugieren que los niveles de uso podrían estar entre 2.4 y 3.0 Mcal/kg de alimento concentrado (HIDALGO *et al.*, 1999).

### 2.2.3. Requerimiento de fibra

Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no sólo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla parcialmente por acción microbiana, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto intestinal, estimula los movimientos peristálticos del sistema digestivo y favorece la formación del bolo alimenticio (ALIAGA, 1993).

Los niveles de fibra utilizados para la alimentación de cuyes es de 15 %, cuando se trata de alimentar a esta especie como animal de laboratorio, donde sólo reciben como alimento una dieta balanceada (NRC, 1995).

Por otro lado, para determinar el efecto del nivel de fibra y la absorción de enzimas digestivas para el crecimiento de cuyes mejorados de 30 días de edad, compararon raciones con 10, 15, y 20 % de fibra cruda más enzimas digestivas. El concentrado contenía 18 % de proteína y 63 % de NDT, y forraje *Rye grass*. Los incrementos alcanzados fueron: 10.2, 9.2, 9.0 g/animal/día en los tratamientos sin enzimas. Mientras que con uso de enzimas los incrementos fueron: 11.1, 10.3, 9.9 g/animal/día respectivamente (VILLAFRANCA, 2003).

En otro trabajo evaluaron tres niveles de fibra de 10 %, 12 %, 14 % en el concentrado como único alimento con suplementación de vitamina C. Estos tres tratamientos fueron comparados con el tratamiento testigo (forraje más balanceado con 12 % de fibra) en cuyes en crecimiento – engorde; concluyendo que no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados para incrementos de peso, mientras que el consumo de materia seca total presentaron diferencias estadísticas significativa a favor del tratamiento testigo (12 % de fibra, chala mas concentrado), los tratamientos con 10, 12 y 14 % de fibra en el concentrado fueron mejores con conversión alimenticia (VILLAFRANCA, 2003).

#### **2.2.4. Requerimiento de agua**

La necesidad de agua de bebida en cuyes está supeditada al tipo de alimentación que recibe. Si se suministra altas cantidades de forraje succulento (más de 200 g/animal/día) la necesidad de agua es cubierta con la humedad de este, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Un animal de recría requiere entre 50 a 100 mL de agua por día esto pudiendo incrementarse hasta 250 mL si no recibe forraje verde y con un clima que supere los 27 °C de temperatura (CHAUCA, 1997).

De igual manera cuando la alimentación se realiza sólo con forraje fresco, la adición de agua de bebida suele ser innecesaria, por que los cuyes obtienen del forraje la cantidad que necesitan para su metabolismo. En la alimentación mixta (forraje y concentrado), es suficiente suministrar 100 a 150

g de forraje verde por animal/día para asegurar la ingestión mínima de 80 a 120 mL de agua (MORENO, 1989).

Cuando el cuy recibe dietas con alta proporción de alimento seco (concentrado y forraje secos) y baja cantidad de pastos verdes, el suministro de agua debe ser mayor que cuando la dieta es en base a forraje. De igual manera en climas cálidos, el cuy requiere mayor cantidad de agua. Con una alimentación mixta: forraje y concentrado, el cuy necesita consumir agua hasta un 10 % de su peso vivo (CAYCEDO, 2000).

#### **2.2.5. Requerimiento de vitamina C**

La vitamina C no es sintetizada por el organismo del cuy debido a la deficiencia genética de la enzima L-gulonolactona oxidasa a partir de la glucosa. Por su propiedad química para oxidarse, la carencia de esta vitamina produce pérdida del apetito, disminución del crecimiento, heridas en la mucosa bucal y parálisis de los miembros posteriores (Mc DONALD *et al.*, 1995).

El cuy necesita 200 mg de vitamina C por kg de alimento (NRC 1995), constituyéndose los pastos o forrajes verdes fuentes importantes de esta vitamina (LLOYD, 1982).

Cuadro 1. Requerimientos nutritivos del cuy en crecimiento y engorde.

Nutriente	Cantidad
Proteína % 2	18.00
Energía Digestible, Mcal/kg 1	3000
Fibra % 2	15.00
Minerales % 2	
Calcio	0.80
Fósforo	0.40
Magnesio	0.10
Potasio	0.50
Sodio	0.05
Aminoácidos % 2	
Lisina	0.84
Metionina	0.60
Arginina	1.20
Histidina	0.36
Isoleucina	0.60
Leucina	1.08
Fenilalanina	1.08
Treonina	0.60
Tryptofano	0.18
Valina	0.84
VITAMINAS (mg/kg de alimento) 2	
Vitamina A	6.60
Vitamina D	0.025
Vitamina E	26.0
Vitamina K	5.0
Vitamina C	200
Tiamina (B1)	2.0
Riboflavina (B2)	3.0
Piridoxina (B6)	2.0 - 3.0
Niacina	10.0
Ácido pantoténico	20.0
Ácido fólico	3.0 - 6.0

(1) Fuente: NRC (1978).

(2) Fuente: NRC (1995).

### 2.3. Producción de grano de arroz y polvillo de arroz

En Latinoamérica, Brasil, Colombia, Perú, México y Argentina, cuentan con este recurso en cantidades considerables (ROJAS, 1979). La

producción nacional de arroz es de 2'040,864 toneladas. Las zonas (valles) de mayor producción de arroz en la costa norte son los departamentos de Lambayeque, La Libertad y Piura; en la costa sur, el departamento de Arequipa; en la selva alta los departamentos de San Martín, Amazonas; y en la selva baja, el departamento de Loreto MINISTERIO NACIONAL DE AGRICULTURA (MINAG, 2002).

Según ROJAS (1979) la disponibilidad del polvillo de arroz se estima alrededor del 11 % de la producción total de arroz con cáscara, PLUSKE *et al.* (1997) refiere que el polvillo de arroz es el 3 % del salvado de arroz.

### **2.3.1. Polvillo de arroz**

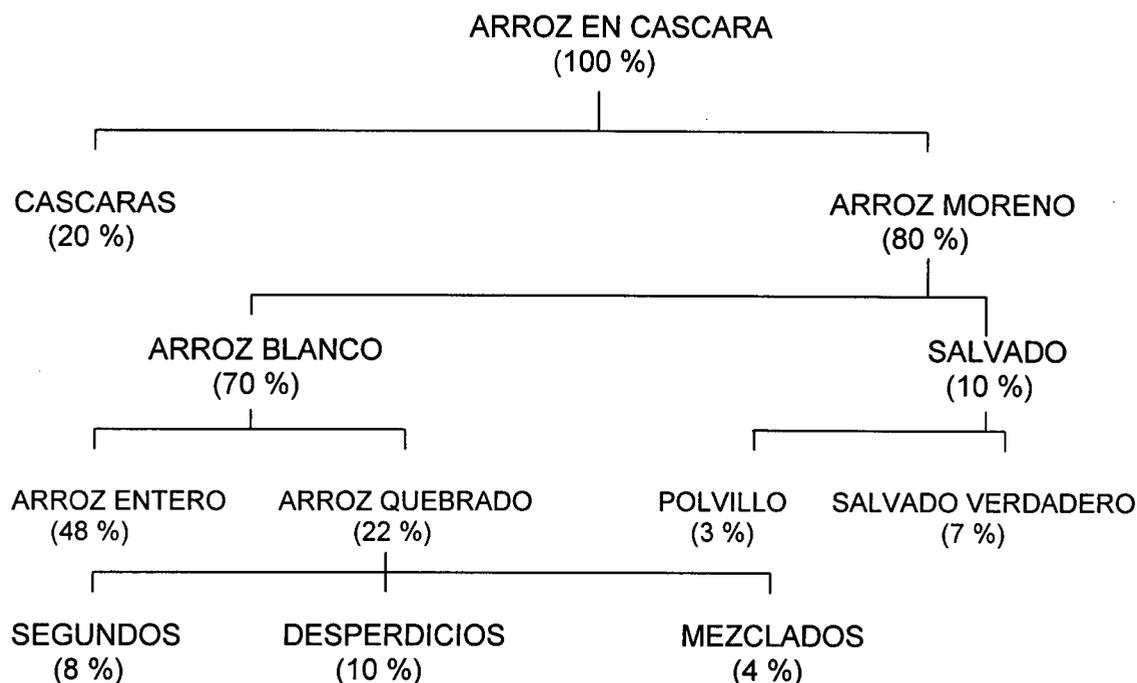
Los subproductos del arroz son los que provienen de una serie de capas celulares que rodean el endospermo, las cuales, más que protección, participan en la formación de la futura planta de arroz. Con fines comerciales, estas capas o tejidos tienen que ser eliminadas durante el proceso de elaboración para la obtención industrial del arroz blanco (TINARELLI, 1989).

El grano de arroz que llega a los molinos es conocido como arroz paddy o arroz con cáscara y se encuentra constituido por la cáscara, los tegumentos del grano o pericarpio, el endospermo y el embrión o germen (GOMEZ *et al.*, 1978). Según GRIST (1982) alrededor del 20 % del arroz es cáscara que esta formado por las glumas (cascarillas), además contiene casi

5 % de impurezas, granos muertos y otras materias extrañas. Por lo tanto, después de la molienda se puede obtener alrededor del 75 % de arroz y subproductos. Teniendo en cuenta que la cosecha mundial de arroz es de 400 millones de toneladas, la cantidad de subproductos que genera esta industria es alrededor de 150 millones de toneladas (PRIMO, 1997). En total podemos encontrar tres tipos de subproductos en las siguientes proporciones: la cascarilla (60 – 65 %), el salvado (30 – 35 %) y las puliduras (2 – 5 %). Sin embargo, en cada país hay diferentes combinaciones que producen a su vez diferentes subproductos con diferente composición (CAMPABADAL y NAVARROU, 1998). En el Diagrama 1 se muestran los diferentes productos y subproductos de la molienda del arroz y sus proporciones promedio.

Con relación a la composición química de los distintos productos y subproductos depende no sólo de la variedad del arroz, condiciones de cultivo, sino también del tipo de molienda y del grado de elaboración del arroz (PRIMO, 1997).

El polvillo de arroz, es el subproducto más importante de la industria arrocera y de alto valor nutritivo para la alimentación de aves y ganado. Conocido también como puliduras, semolina o harina de arroz (GOMEZ *et al.*, 1978), salvado (PRIMO, 1997) y afrecho o pica de arroz (ROJAS, 1979). Está formado por los tegumentos, endospermo y el embrión que se obtienen de las estructuras que son removidas del cariósido al momento del descascarado y pilado del arroz (GONZALES, 1981).



Fuente: PLUSKE *et al.* (1997).

Diagrama 1. Productos y subproductos de la molienda del grano de arroz.

### 2.3.2. Obtención del polvillo de arroz

Para obtener el polvillo de arroz (Diagrama 1), el arroz que llega del campo con 4 – 10 % de impurezas y con 18 – 24 % de humedad, es sometido a prelimpieza y reducción del porcentaje de humedad para facilitar el trabajo de los equipos de molienda sin que se interrumpa su proceso. Luego sigue el descascarillado para producir el arroz moreno o integral. Posteriormente se aplica el decorticado, a través de las maquinarias llamadas blanqueadores, que tienen como fin remover gradualmente el salvado (pericarpio + germen) del arroz moreno produciéndose así el arroz blanco comercial (OTHON, 1996).

HERTRAMPF y PIEDAD (2000) mencionan que esta remoción implica una pulverización mecánica en seco o el uso de una máquina de fricción que por rozamiento remueve el pericarpio, tegumento, la capa de aleurona, embrión y parte externa del endosperma obteniéndose lo que es conocido como “arroz pulido”, y un producto que se llama “salvado de arroz”, este último está compuesto por el germen y polvillo de arroz.

Según información del MINAG (2002) en el Cuadro 2 la producción de arroz en cáscara en el ámbito nacional entre enero y noviembre del 2005 aumentó 30.4 % con respecto a similar periodo del 2004. La principal región productora fue San Martín, con un aumento de 25.5 % con 505,660 t en relación con la temporada pasada. Otras zonas de la selva, como Amazonas 206,562 t, (18.6 %) y Loreto 114,361 t, (14.5 %) que también aumentaron su producción arrocerá significativamente. A este panorama se añade la recuperación de la producción en la costa norte (con la excepción de La Libertad con 235.602 t que da un porcentaje negativo), que ha llevado la producción a los niveles de años anteriores en que se registró una sobre oferta. Las siembras de la presente campaña registradas hasta noviembre del año pasado aumentaron 4.1 %. En el que destaca el incremento de las siembras en Piura 250,800 t, (43.5 %) y en Lambayeque 352,72 t; de similar manera los departamentos de otra región productora importante donde las siembras aumentaron fueron Cajamarca 11.6 %, y Arequipa con un aumento en 2.5 %. Lo que nos indica que no sólo podemos encontrar polvillo de arroz

en zonas del norte si no también en parte de la selva así como en la parte sur, ya que para su comercialización y consumo el arroz cáscara debe ser pilado.

Cuadro 2. Producción nacional de arroz en cáscara (t).

Departamentos	2004	2005	Porcentaje
Total nacional	1,755,813	2,290,133	30.4
Tumbes	86,697	76,434	-11.8
Piura	250,800	359,881	43.5
Lambayeque	83,922	352,720	32.03
La Libertad	262,701	235,602	-10.3
Cajamarca	142,070	158,488	11.6
Amazonas	174,163	206,562	18.6
Ancash	18,700	15,748	-15.8
Huanuco	14,506	25,632	76.7
Pasco	1,498	1,632	8.9
Junín	3,454	5,277	52.8
Arequipa	183,534	188,181	2.5
Ayacucho	1,023	842	-17.7
Cusco	3,929	4,585	16.7
Puno	441	396	-10.2
San Martín	402,996	505,660	25.5
Loreto	99,869	114,361	14.5
Ucayali	17,053	30,145	76.8
Madre de Dios	8,458	7,966	-5.8

Fuente: MINAG (2002).

### 2.3.3. Valor nutritivo

La composición química y el valor alimenticio del polvillo varían ligeramente dependiendo de la eficiencia del procesamiento de pulido. Se ha observado también que el valor nutricional disminuye cuando se adultera con

cascarillas, debido principalmente a su alto contenido de sílice, el cual irrita la mucosa gástricas intestinal (GOMEZ *et al.*, 1978).

Otro problema serio con este subproducto, es la estabilidad de sus aceites (CAMPABADAL y NAVARROU, 1998; Mc DONALD *et al.*, 1995). Según ROJAS (1979) el alto contenido de aceite (13 a 21 %) es un factor determinante para la rancidez oxidativa, durante el almacenamiento, por lo que se recomienda utilizar en el estado más fresco posible. También se han encontrado inhibidores de proteínas entre sus constituyentes (CAMPABADAL y NAVARROU, 1998).

Sin embargo es un insumo interesante debido a su alto nivel de grasa, carbohidratos, proteína cruda (AVILA, 1990; LEESON y SUMMERS, 1991), vitaminas y elementos minerales, siendo su contenido en estos nutrientes superior al del arroz elaborado o blanco. Según HOSENEY (1991) la cantidad de nutrientes del polvillo de arroz es el siguiente: proteína 12 %, extracto etéreo 16 %, fibra cruda 7.3 %, Ceniza 10 % y extracto libre de nitrógeno 56 %. En el Cuadro 3 se observa el valor nutritivo del polvillo de arroz reportado por diferentes autores.

El polvillo de arroz, en comparación con el arroz quebrado y el salvado de arroz, es más alto en proteína (HERTRAMPF y PIEDAD, 2000).

Los contenidos reportados por LEESON y SUMMERS (1991) el NRC (1994) y VIGIL (1999) son de 11,12 y 14 % respectivamente. Según NRC (1994) el contenido de aminoácidos es el siguiente: arginina 0.78 %, cistina 0.10 %, fenilalanina 0.46 %, glicina 0.71 %, histidina 0.24 %, isoleusina 0.41 %, leusina 0.80 %, lisina 0.57 %, prolina 0.60 %, metionina 0.22 %, metionina – cistina 0.48 %, serina 0.36 %, tirosina 0.63 %, treonina 0.46 %, valina 0.76 %.

La grasa del polvillo de arroz, es mayor que el del arroz quebrado (HERTRAMPF y PIEDAD, 2000). CAMPABADAL y NAVARROU (1998) señalan variaciones alrededor de 9.9 a 22 % de grasa, mientras que NRC (1994) indica un contenido de 11 % de grasa. LEESON y SUMMERS (1991) reportan un valor de 15 % de grasa, VIGIL (1999) encontró un valor de 20.90 % en base fresca.

Debe tomarse en cuenta que el polvillo no debe ser confundido con el salvado de arroz, a pesar que tienen similar contenido de proteína y grasa (MORRISON, 1980). El polvillo de arroz tiene un uso más amplio que el salvado debido a su contenido más bajo de fibra (LEESON y SUMMERS, 1991; DEVENDRA y GIHL, 1999) reportándose contenidos entre 2.8 % a 6 % (MORRISON, 1980; NRC, 1994; HY-LINE, 2002). Para CAMPABADAL y NAVARROU (1998) el nivel normal de fibra varía entre 7 y 8 %.

El polvillo es rico en tiamina y especialmente en niacina. Aunque no es muy rico en riboflavina, contiene mayor cantidad que en el grano entero de trigo y otros cereales (MORRISON, 1980). También aporta cantidades relativamente altas de colina como el salvado de arroz (HERTRAMPF y PIEDAD, 2000).

Cuadro 3. Valor nutritivo del polvillo de arroz (base fresca).

Nutriente	Autores (1)				
	Leeson y Summers (1991)	Campabadal Y Navarrou (1998)	NRC (1995)	Hertrampf y Piedad (2000)	Hy-Line (2002)
E. Met., Mcal/kg	2.73	2.90	3.09	-	3.09
Materia seca, %	90.00	90.60	90.00	100	90.00
Proteína, %	11.00	13.10	12.20	13.60	12.00
Fibra, %	2.40	11.70	4.10	4.20	6.00
Extracto etéreo, %	15.00	13.60	11.00	14.50	12.00
Cenizas, %	10.00	10.50	11.00	8.30	9.95
Extracto libre de nitrógeno	51.60	41.70	51.70	59.40	50.05
Lisina, %	0.50	0.50	0.57	0.50	0.60
Metionina, %	0.20	0.30	0.22	0.20	0.25
Metionina-cistina, %	0.50	0.50	0.48	-	-
Arginina, %	0.60	0.90	0.78	0.60	0.90
Calcio, %	0.05	0.09	0.05	0.04	0.06
Fósforo total, %	1.35	1.57	1.31	1.13	1.20
Fósforo disk., %	0.18	0.38	0.38	-	0.20
Sodio, %	0.11	0.03	0.10	0.10	0.17
Magnesio, %	0.65	0.88	0.65	0.57	-
Potasio, %	1.17	1.71	1.06	0.71	0.02
Ac. Linoleico, %	3.30	-	3.58	-	3.00
Colina, ppm	1,32	1,24	1,32	1,20	-
Niacina, ppm	528	-	520	-	-
Tiamina, ppm	19.30	-	20.00	-	-
Riboflavina, ppm	1.80	-	1.80	-	-

(1) ELABORACIÓN PROPIA

Los minerales contenidos en el arroz quebrado y polvillo de arroz son similares, excepto en hierro, manganeso, potasio y zinc, ya que son más altos en el polvillo de arroz (HERTRAMPF y PIEDAD, 2000). Además aportan cantidades considerables de fósforo (GOMEZ *et al.*, 1978).

#### **2.3.4. Usos del polvillo de arroz en la alimentación animal**

Se ha trabajado muy poco con polvillo de arroz en la alimentación animal. Se realizó un estudio con este subproducto para evaluar su inclusión en niveles de 0, 10, 20, 30 % (tratamientos, con 20 % de proteína y 2.9 de EM Mcal/kg), en dietas peletizadas sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa en la etapa de postura, medidas a través de la producción de huevos, masa de huevo, peso promedio del huevo, consumo, conversión alimenticia y mortalidad. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a favor del tratamiento con 30 % de polvillo de arroz respecto al control, para número de huevos acumulados, número de huevos por ave alojada y porcentaje de postura. Los niveles de 10 y 20 % no mostraron diferencia significativa respecto al control. En cuanto al consumo de alimento y conversión alimenticia no se vieron afectados, así mismo la mejor retribución económica del alimento se logró con la dieta de 30 % de polvillo de arroz (TUESTA, 2003).

YAMASAKI (1999) obtuvo mejores pesos finales con polvillo de arroz a las realizadas con gluten de maíz, el cual fue evaluado en cuyes en crecimiento – acabado cuyos pesos finales promedios fueron: T1, 899; T2,

834; T3, 805; T4, 745; Pero si se obtuvieron similares ganancias de pesos promedio por día teniendo: T1, 11.8; T2, 10.7; T3, 10.2; T4, 9.1; para gluten de maíz.

CERNA (1997) evaluó el residuo seco de cervecería en cuyes en crecimiento – acabado, en diferentes niveles de inclusión de este subproducto, T1 – 0 (testigo), T2 – 15, T3 – 30, y T4 – 45 % respectivamente, cuyos consumos totales en promedio fueron de: 1.969 T1, 2.153 T2, 2.075 T3, 2.043 T4, respectivamente y como forraje se usó el maíz chala.

Así mismo el polvillo de arroz, fue evaluado para determinar el contenido de energía metabolizable para aves de carne, utilizando las técnicas de colección total de heces y ceniza insoluble en ácido. Se determinó que la energía metabolizable para el polvillo de arroz es de 3.559 kcal/kg, cuya energía representa el 70 % de la energía bruta del mismo, así mismo no se encontraron diferencias estadísticas entre las dos técnicas (VIGIL, 1999).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Lugar y duración del experimento**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la granja de cuyes de Cieneguilla del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicado en el distrito de Cieneguilla, departamento de Lima a una altitud de 244 msnm y presenta una caracterización de desierto árido tropical. Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos del Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La prueba de crecimiento – engorde se llevó a cabo entre los meses de diciembre del 2005 a febrero de 2006.

#### **3.2 Tipo de investigación**

La investigación realizada es de tipo experimental.

#### **3.3. De los animales experimentales**

Se utilizaron 80 cuyes machos mejorados tipo I, destetados de 10 – 15 días de edad, identificados con aretes de aluminio. Los mismos que fueron distribuidos aleatoriamente en 20 pozas (unidades experimentales) de 4 cuyes cada una, designando 4 de estas por tratamiento. Los pesos

promedios por tratamiento fueron: 460, 436, 432, 443, 444 g; Para los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 respectivamente; obteniendo un promedio general de 441 g (Cuadro 12 del Anexo).

### **3.4. Instalaciones y equipos**

El trabajo se realizó en las instalaciones de la granja de cuyes de Cieneguilla de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizó un galpón con dimensiones de 30 m de largo por 8 m de ancho por 4.5 m de alto, con piso de cemento, muro de ladrillo revestido con concreto de 1 m de alto, techo de eternit, protegido con malla metálica y claraboya, asegurando la ventilación apropiada.

Se emplearon 20 pozas construidas de cemento, al nivel del suelo, con dimensiones de 0.9 m de largo, 0.45 m de ancho, y 0.6 m de alto, se colocó una cama de coronta molida aproximadamente 5 cm de espesor, cada poza tenía un comedero de plástico tipo tolva con capacidad de 10 kg de alimento concentrado. Para pesar animales y alimentos se usó una balanza electrónica de 5 kg de capacidad con 2 g de sensibilidad.

### **3.5. Forraje**

Se utilizó rastrojo de Brócoli (*Brassicaceae sp*); en estado post floración, proveniente de los cultivos de Canta (norte de Lima). Se suministró a los animales las hojas y tallos verdes del tercio superior de la planta previamente pesado, en forma entera y fresca, eliminando la inflorescencia

semi – seca. Se suministró en las mañanas (de 9:30 a 10:00 a.m.) en forma restringida siendo ajustando al 20 % del peso vivo promedio desde la primera a la séptima semana de estudio.

El valor promedio de la composición proximal del rastrojo de Brócoli se presenta en el Cuadro 4. Se determinó el contenido de materia seca cada tres semanas, para determinar la materia seca total promedio y estimar el consumo de materia seca (Cuadro 17 del Anexo).

Cuadro 4. Composición proximal porcentual del rastrojo de brócoli (*Brassicaceae sp.*).

Componentes	Base fresca <sub>(1)</sub>	Base seca <sub>(1)</sub>
Humedad	88.52	0.00
Materia seca	11.48	100
Proteína	3.37	29.36
Extracto etéreo	0.42	3.66
Fibra cruda	1.67	14.55
Extracto libre de nitrógeno	4.64	40.41
Ceniza	1.38	12.02

(1) Analizado por el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – UNALM.

### 3.6. Evaluaciones

#### 3.6.1. Ganancia de peso

Los animales fueron pesados individualmente al inicio del estudio y semanalmente a las 8:30 a.m. antes del suministro de los alimentos. La

ganancia de peso total fue la diferencia del peso final menos el inicial, para este control se utilizó una balanza electrónica de capacidad de 5 kg con una sensibilidad de 2 g.

### **3.6.2. Consumo de alimento y conversión alimenticia**

El consumo de alimento total se determinó sumando el consumo de materia seca del concentrado y del rastrojo de Brócoli menos la materia seca del alimento residual (concentrado y forraje). Se registró el consumo del concentrado y del forraje diario así como también el alimento residual por poza a partir de los cuales se determinó el consumo de materia seca total.

La conversión alimenticia (C A) mide la transformación de los alimentos (materia seca total consumida) en ganancia de peso para su determinación se utilizó la siguiente fórmula:

$$C A = \frac{\text{Consumo de materia seca (g/día)}}{\text{Ganancia de peso (g/día)}}$$

### **3.6.3. Rendimiento de carcasa**

Se evaluó el rendimiento de carcasa de 40 cuyes, correspondiendo a dos animales por repetición (poza) y equivalente a ocho animales por tratamiento. La carcasa incluye: piel, cabeza, patitas y vísceras (corazón, pulmón, hígado, bazo, riñones y testículos). El rendimiento de carcasa se determinó considerando el peso de la carcasa como porcentaje del peso vivo (100 %) antes del benéfico (Cuadro 26 del Anexo).

### **3.6.4. Retribución económica**

La retribución económica sirve para estimar las bondades económicas de los resultados de los estudios experimentales. Es la diferencia entre los ingresos (precio de la carcasa por cuy) y los egresos (costo total de alimentación: alimento balanceado + rastrojo de Brócoli), (Cuadro 27 del Anexo).

### **3.7. Variables independientes**

- Polvillo de arroz.

### **3.8. Tratamientos en estudio**

Se evaluó el reemplazo de afrecho de trigo por polvillo de arroz en el alimento balanceado, estableciendo cinco tratamientos experimentales:

Tratamiento 1: Ración sin polvillo de arroz (testigo) y con 60 % de afrecho de trigo.

Tratamiento 2: Ración con 4.5 % de polvillo de arroz equivalente al 7.5 % de reemplazo del afrecho de trigo de la ración testigo (60 %).

Tratamiento 3: Ración con 7.5 % de polvillo de arroz equivalente al 12.5 % de reemplazo del afrecho de trigo de la ración testigo (60 %).

Tratamiento 4: Ración con 15 % de polvillo de arroz equivalente al 25 % de reemplazo del afrecho de trigo de la ración testigo (60 %).

Tratamiento 5: Ración con 30 % de polvillo de arroz equivalente al 50% de reemplazo del afrecho de trigo de la ración testigo (60 %).

Las raciones balanceadas de los cinco tratamientos fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos de los cuyes (NRC, 1995) utilizando el programa Mixit-2 los mismos que fueron preparados en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En el Cuadro 5, se presentan las raciones experimentales o tratamientos.

En la etapa experimental se suministro el alimento a discreción y se pesó el alimento residual cada 24 horas entre las 9:00 – 9:30 a.m., eliminando la excreta y residuos de la cama presente en el comedero, para calcular el consumo por poza durante 7 semanas que duró el estudio.

El suministro inicial del alimento concentrado fue de 100 g/poza/día, cantidad que se incrementó de acuerdo al consumo de los animales, antes de la etapa experimental los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación, a las instalaciones, al alimento y al manejo durante 5 días; la ración testigo fue la misma que comúnmente utiliza la Granja, sirviendo como ración basal para reemplazar el afrecho de trigo por el polvillo de arroz en los niveles indicados en los diferentes tratamientos.

Cuadro 5. Composición porcentual de las raciones experimentales (base fresca).

Insumos	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
Afrecho de trigo	60.00	55.50	52.50	45.00	30.00
Polvillo de arroz	0.00	4.50	7.50	15.00	30.00
Hominy feed	15.65	14.18	13.57	13.07	3.00
Torta de soya	7.05	9.00	9.05	11.80	7.40
Forraje seco de maíz	5.07	5.00	4.00	2.00	15.00
Pasta de algodón	6.00	4.00	5.66	2.90	0.50
Heno de alfalfa	3.86	5.40	5.33	7.88	11.62
Carbonato de calcio	1.68	1.60	1.60	1.60	1.50
Fosfato monodicalcico	0.10	0.22	0.20	0.15	0.20
Sal común	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Olaquinox	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Proapak-8	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Metionina	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10
Lisina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
Total	100	100	100	100	100
Composición nutricional					
Precio, S/.	0.58	0.59	0.59	0.60	0.62
Materia seca	88.62	88.67	88.71	88.74	89.02
NDT	60.26	60.81	61.18	62.15	63.64
Proteína cruda	17.27	17.53	17.81	17.93	18.20
Fibra cruda	10.00	10.00	10.00	10.00	10.23
Calcio	0.80	0.82	0.81	0.83	0.84
Fósforo disponible	0.37	0.38	0.39	0.35	0.35
Energía digestible, Mcal/kg	2.73	2.77	2.75	2.80	2.81
Arginina	1.06	1.08	1.09	1.10	1.00
Fenilalanina	0.73	0.73	0.73	0.72	0.75
Leucina	1.23	1.22	1.22	1.15	1.25
Metionina	0.32	0.33	0.32	0.32	0.37
Lisina,	0.80	0.80	0.83	0.82	0.80

El análisis proximal porcentual de las raciones experimentales se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis proximal porcentual de las raciones experimentales.

Composición <sup>(1)</sup>	Tratamientos				
	T-1 (0 %) <sup>(2)</sup>	T-2 (4.5 %)	T-3 (7.5 %)	T-4 (15 %)	T-5 (30 %)
Humedad	9.73	8.88	9.92	10.06	9.18
Proteína total	18.80	18.62	18.37	18.71	19.15
Extracto etéreo	4.47	5.18	5.46	5.87	5.82
Fibra cruda	7.18	7.20	8.67	7.23	8.12
Cenizas	5.71	5.30	6.32	6.08	6.84
ELN	54.11	54.82	51.36	52.05	48.89

(1) Analizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – UNALM, (2006).

(2) Valores entre paréntesis indican la cantidad de polvillo de arroz que se incluyó en las raciones lo que equivalen en porcentajes a la sustitución del afrecho de trigo por polvillo de arroz: T1 = 0 %, T2 = 4.5 %, T3 = 7.5 %, T4 = 15 %, T5 = 30 % (tomando como base 60 % = 100 %, respecto al afrecho de trigo).

### 3.9. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos (niveles de sustitución de polvillo de arroz) y 4 repeticiones (cuatro pozas) por tratamientos, la unidad experimental estuvo definida por cada poza con cuatro cuyes cada una. La distribución de los animales en los tratamientos fue al azar (Cuadro 12 del Anexo).

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$  : Observación en el tratamiento  $i$ -ésimo en su  $j$ -ésima repetición de un diseño completo al azar.

$\mu$  : Media general de las observaciones.

$\tau_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (nivel de polvillo de arroz).

$\epsilon_{ij}$  : Error aleatorio.

Se realizó un análisis de variancia para los siguientes parámetros: incremento de pesos, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.

Para la determinación del nivel óptimo de sustitución del afrecho de trigo por polvillo de arroz, se utilizó la prueba de regresión lineal cuadrática.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_i = \alpha_i + \beta(X_i) + E_i$$

Donde:

$Y_i$  : Estimación de la  $i$ -ésima de la variable (Y) presión.

$\alpha_i$  : Intercepción (intersección de la línea de regresión  $n$  con el eje (Y)).

$X_i$  : La  $i$ -ésima observación de la variable independiente.

$\beta$  : Coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

$E_i$  : Error aleatorio de la  $i$ -ésima bandeja observada.

La comparación de medias entre tratamientos se realizó utilizando la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

### **3.10. Variables dependientes**

- Ganancia de peso.
- Consumo de alimento.
- Conversión alimenticia.
- Rendimiento de carcasa.
- Retribución económica.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Ganancia de peso**

En el Cuadro 7 (Cuadro 13 y 12 del Anexo) se muestra los pesos iniciales, finales, ganancias de pesos totales y la ganancia de pesos promedio diario logradas por los cuyes durante los 49 días que duro el periodo de evaluación, así como la comparación de medias entre los promedios de los tratamientos evaluados.

Al análisis de los resultados, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ganancia de peso (Cuadro 21 y 20 del Anexo) para peso final, lo que indica que el nivel de inclusión de polvillo de arroz hasta niveles del 30 % permite una adecuada respuesta en los cuyes, sin afectar a los animales ya que no se vio una respuesta negativa en el comportamiento productivo de los cuyes que recibieron dicha ración, pero sí se puede apreciar en el Figura 1 una diferencia numérica entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 7. Efecto del nivel sustitución de polvillo de arroz sobre la ganancia de peso en cuyes (g/cuy).

Variables	T1 (0 %) <sup>(1)</sup>	T2 (4.5%)	T3 (7.5%)	T4 (15%)	T5 (30%)
Peso inicial	450.13	434.88	430.80	445.05	443.30
Peso final	983.88	964.25	979.00	968.13	938.55
Ganancia de peso total	533.75 <sup>a</sup>	529.38 <sup>a</sup>	548.20 <sup>a</sup>	523.08 <sup>a</sup>	495.25 <sup>a</sup>
Ganancia diaria	10.89	10.80	11.19	10.68	10.13

(1) Valores entre paréntesis indican la cantidad porcentual de polvillo de arroz en la ración

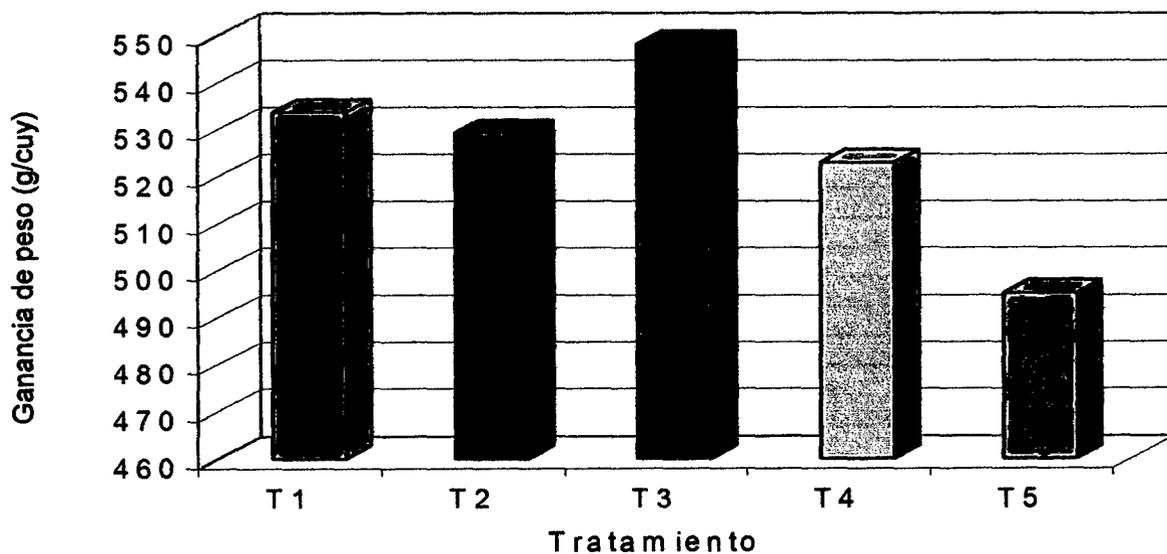


Figura 1. Ganancia de peso promedio por tratamiento (g/cuy).

## 4.2. Consumo de alimento

En el Cuadro 8, Figura 2 y Cuadro 18 del Anexo se muestra los resultados de consumo total expresado en tal como ofrecido (TCO); y el consumo en base seca en los Cuadros 14, 16 del Anexo, para el concentrado y forraje durante los 49 días. Al análisis de los resultados, se aprecia variaciones en la respuesta en base seca frente a tal como ofrecido; es así que no se encontraron diferencias significativas para consumo de materia seca total entre tratamientos (Cuadro 22 del Anexo), lo que indica que la respuesta a los niveles de inclusión de polvillo de arroz no afectó el consumo de alimento de los cuyes (Cuadro 8 y Cuadro 18 del Anexo), pudiéndose apreciar en este mismo cuadro que a la prueba de Duncan hay diferencia estadística para el consumo tal como ofrecido en el nivel de inclusión 30 % de polvillo de arroz (Cuadro 18 del Anexo).

Cuadro 8. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo total (Concentrado más brócoli (g/cuy).

Tratamiento	Nivel de sustitución <sub>(1)</sub>	Concentrado TCO <sub>(2)</sub>	Brócoli TCO <sub>(3)</sub>	Alimento TCO <sub>(4)</sub>
1	0 %	1743.75	7469.00	9212.75
2	4.5 %	1788.00	7288.75	9076.75
3	7.5 %	1626.75	7423.50	9050.25
4	15 %	1636.00	7392.00	9028.00
5	30 %	1528.25	7241.50	8769.75

(1) Valores indican la cantidad porcentual de polvillo de arroz en la ración.

(2) Cantidad de concentrado en tal como ofrecido (TCO) en 49 días.

(3) Cantidad de brócoli en TCO en 49 días.

(4) Cantidad de alimento balanceado en TCO en 49 días.

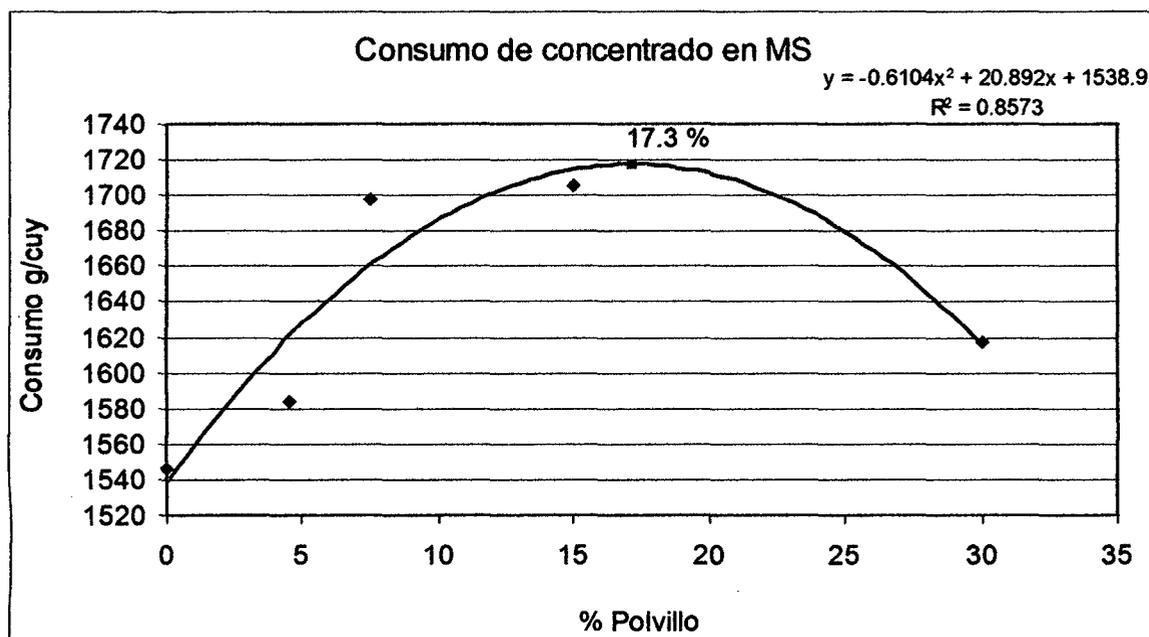


Figura 2. Consumo de concentrado en materia seca (MS).

En cuanto al consumo de concentrado en base seca y al análisis de los resultados, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ), a la comparación de medias se puede apreciar que el mayor consumo de concentrado se dio con el nivel del 4.5 % de inclusión de polvillo de arroz, siendo el consumo menor con el mayor nivel de inclusión de polvillo de arroz a la dieta ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 9, Cuadro 24 del Anexo).

En cuanto al consumo de brócoli en base seca (Cuadro 32 del Anexo), y al análisis de los resultados, se aprecia diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.001$ ) donde el mayor consumo se registro con el menor nivel de inclusión de polvillo de arroz ( $p < 0.05$ ), declinando el mismo con los mayores incrementos de polvillo en la dieta (Cuadro 32 del Anexo, Cuadro 25 del Anexo).

### 4.3. Conversión alimenticia

Al análisis de los resultados (Cuadro 9, Cuadro 33 y 34 del Anexo), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para conversión alimenticia, tanto en materia seca como en materia fresca (Cuadros 21, 22 del Anexo), lo que estaría determinando que los niveles de inclusión de polvillo de arroz no afectaron la conversión alimenticia.

Cuadro 9. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre la conversión alimenticia en cuyes.

Tratamiento	Nivel de sustitución	Base seca	Base fresca
1	0 %	4.89 <sup>a</sup>	17.26 <sup>a</sup>
2	4.5 %	4.94 <sup>a</sup>	17.15 <sup>a</sup>
3	7.5 %	4.57 <sup>a</sup>	16.51 <sup>a</sup>
4	15 %	4.80 <sup>a</sup>	17.26 <sup>a</sup>
5	30 %	4.84 <sup>a</sup>	17.71 <sup>a</sup>

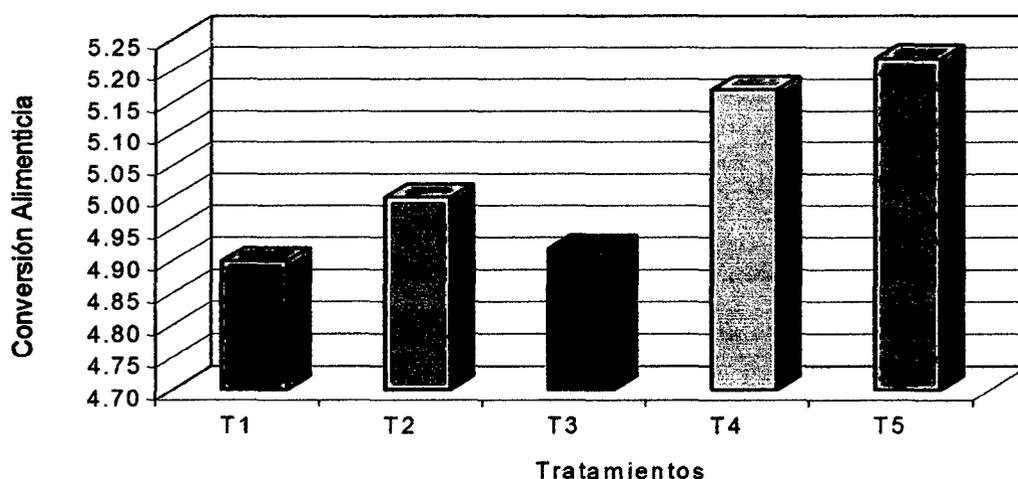


Figura 3. Conversión alimenticia por tratamiento.

Sin embargo se aprecia que existen diferencias numéricas entre ellos, siendo mejores las conversiones en los tratamientos T1 y T3, lo que implicaría que niveles superiores al 7.5 % de inclusión de polvillo de arroz desmejoran la conversión alimenticia (Figura 3).

#### 4.4. Rendimiento de carcasa

En el Cuadro 10 se muestra el rendimiento de carcasa para los cinco tratamientos así como el peso vivo y peso de la carcasa, se observa que no existen diferencias estadística significativas ( $p>0.05$ ) entre tratamientos para los peso de carcasa y del porcentaje de rendimiento de carcasa (Cuadros 23 y 24 del Anexo).

Cuadro 10. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el rendimiento de carcasa en cuyes.

Tratamientos	Nivel de inclusión	Peso vivo (g)	Peso de carcasa (g)	Rendimiento de carcasa (%)
1	0 %	1023.80	749.25 <sup>a</sup>	73.20 <sup>a</sup>
2	4.5 %	1000.50	740.75 <sup>a</sup>	74.02 <sup>a</sup>
3	7.5 %	1016.00	750.25 <sup>a</sup>	73.85 <sup>a</sup>
4	15 %	1020.50	735.75 <sup>a</sup>	72.15 <sup>a</sup>
5	30 %	977.00	713.00 <sup>a</sup>	72.95 <sup>a</sup>

Sin embargo se aprecia que existen diferencias numéricas entre tratamientos, es así que los mayores rendimientos de carcasa ( $p>0.05$ ) se registraron con los tratamientos T2 y T3 (Figura 4).

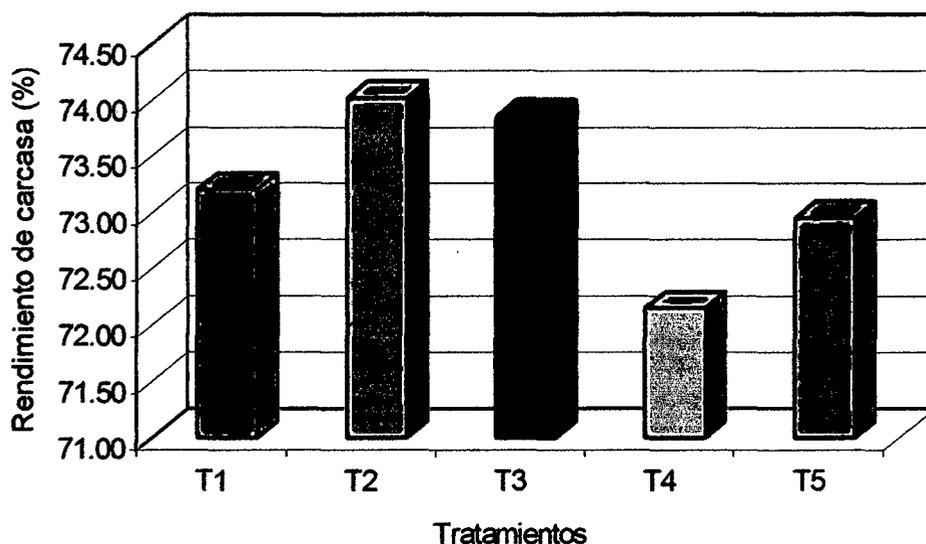


Figura 4. Rendimiento de carcasa por tratamiento (%).

#### 4.5. Retribución económica

Se evaluó la retribución económica de cada uno de los tratamientos con diferentes niveles de inclusión de polvillo de arroz para cuyes (Cuadro 11 y Cuadro 29 del Anexo), se aprecia que con el tratamiento 1 se obtiene una ganancia de S/. 10.468 y de S/. 10.341, 10.486, 10.260, 9.920 nuevos soles con los tratamientos 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

Cuadro 11. Retribución económica de las raciones con polvillo de arroz.

Índice	Niveles de polvillo de arroz				
	T1 (0 %) <sub>(1)</sub>	T2 (4.5 %)	T3 (7.5 %)	T4 (15 %)	T5 (30 %)
Peso final cuy (kg)	0.749	0.741	0.750	0.736	0.713
Precio cuy (S/.)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Ingreso bruto por cuy logrado (S/.)	11.239	11.111	11.254	11.036	10.695
Alimento balanceado (dieta)					
Consumo (kg)	1.063	1.037	1.056	1.052	1.030
Costo (S/. kg)	0.580	0.590	0.590	0.600	0.620
Total (S/.)	0.616	0.612	0.623	0.631	0.639
Forraje: Rastrojo de brócoli					
Consumo (kg)	1.547	1.584	1.448	1.456	1.365
Costo (S/. kg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total (S/.)	0.155	0.158	0.145	0.146	0.136
Costo total de alimentación (S/.)	0.771	0.770	0.768	0.777	0.775
Retribución económica por cuy					
logrado (S/.)	10.468	10.341	10.486	10.260	9.920
Retribución relativa (%)	100	98.787	100.172	98.013	94.765

(1) Valores entre paréntesis indican la cantidad porcentual de polvillo de arroz en la ración

## V. DISCUSION

### 5.1. Ganancia de peso

Si bien no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio como se muestra en el Cuadro 7 así como en la Figura 1 en resultados, pues numéricamente la mayor ganancia fue observada con el nivel del 7.5 % (T3) de inclusión de polvillo de arroz ya que tuvo un mejor comportamiento en cuanto a los demás tratamientos (T2), (T4) y (T5) ya que expreso una mejor ganancia de peso que fue similar y mejor que a la del testigo (T1).

Notándose que a mayores niveles (15 y 30 % de polvillo de arroz) se ve una disminución ( $p>0.05$ ) progresiva en la ganancia de peso lo cual se puede apreciar en la Figura 1. Esto no indicaría que existe una correlación negativa donde al aumentar el nivel de polvillo de arroz la ganancia de peso disminuye, ya que el nivel de 4.5 % (T2) supera numéricamente al T4 y T5, pero no al T3, lo que demostraría que este nivel de inclusión de polvillo de arroz sería el óptimo a ser usado en las raciones para cuyes obteniendo una mejor ganancia de peso. Es por ello que se realizó este trabajo con diferentes niveles de inclusión para ver que nivel responde mejor en las cinco raciones, se ve que en el nivel de 30 % se ha obtenido una menor ganancia de peso

respecto a todos los tratamientos y esto es debido a que los cuyes de este tratamiento (T5) tuvieron un menor consumo de alimento.

Se ha observado algo similar para ganancia de peso, en cuanto al uso de cuatro niveles de polvillo de arroz en dietas peletizadas para codornices japonesas, realizado por TUESTA (2003), donde los niveles de 0 (testigo), 10, 20, y 30 % de polvillo de arroz mejoró los parámetros de producción evaluados tales como porcentaje de postura número de huevos acumulados, número de huevos por ave alojada y masa de huevo, también se vio en este trabajo con codornices que el nivel de 30 % de polvillo de arroz genero una respuesta significativa mayor respecto al control. Si bien es cierto que las aves y los cuyes son especies diferentes se menciona este trabajo por el motivo de ver que el polvillo de arroz es un subproducto que puede ser usado en la alimentación de otras especies dando resultados productivos favorables y además por la poca información acerca de este subproducto usado en cuyes.

Se han obtenido mejores pesos finales con polvillo de arroz a las realizadas con gluten de maíz, el cual fue evaluado también en cuyes en crecimiento y acabado esto por YAMASAKI (1999) cuyos pesos finales promedios fueron: T1, 899; T2, 834; T3, 805; T4, 745; pero si se obtuvieron similares ganancia de pesos promedio por día teniendo: T1, 11.8; T2, 10.7; T3, 10.2; T4, 9.1; para gluten de maíz, el cual es un subproducto energético y

se ve que el polvillo de arroz tubo una buena respuesta similar al del gluten de maíz.

## 5.2. Consumo de alimento

Para el consumo de alimento en los resultados del Cuadro 8, se puede observar que las raciones que contienen polvillo de arroz han sido consumidas en mayor cantidad que la ración testigo (0 % de polvillo de arroz), es decir el polvillo de arroz no redujo la palatabilidad de las raciones de 4.5, 7.5 y 15 %, salvo en el T5 con 30 % de inclusión, donde hay una pequeña reducción en el consumo de alimento con respecto a los demás tratamientos, pero que esta diferencia no es estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ), pero que podría decirse que a mayores niveles de 30 % se afectaría el consumo de alimento.

De otro lado, se aprecia que existen diferencias estadística significativa ( $p>0.05$ ) para consumo de alimento tal como ofrecido, siendo significativamente menor el consumo registrado en el tratamiento con el nivel de sustitución del 30 % frente a los demás tratamientos, lo que implicaría que la inclusión de niveles elevados de polvillo de arroz en la dieta de los cuyes afectaría negativamente el consumo de alimento así como se manifiesta para materia seca.

Sin embargo en el mismo Cuadro 8 y Figura 2 se puede observar una tendencia numérica a aumentar el consumo de alimento con T3, 7.5; T4,

15 % de polvillo de arroz, pero también se puede notar que existe una disminución ( $p > 0.05$ ) con el nivel de 30 % de polvillo de arroz, teniendo una mejor apreciación en el Figura 2 de los resultados. Que estadísticamente no es significativo, pero como ya se dijo anteriormente los niveles de inclusión de 7.5 y 15 % pueden ser los valores óptimos a usar en la alimentación de cuyes teniendo una mejor respuesta productiva.

Para la curva de consumo de concentrado en materia seca Figura 2, la tendencia del consumo de concentrado, muestra que este se ve incrementado hasta el nivel del 15 % T4, de polvillo de arroz, a partir de ello disminuir con mayores niveles de inclusión de polvillo de arroz en la dieta, como se aprecia en la gráfica.

De otro lado cuando se considera el consumo de concentrado y brócoli por separado respectivamente (Cuadro 8), mostrando que la inclusión de polvillo de arroz no afectó al consumo de concentrado determinando así que se puede usar el polvillo de arroz en niveles de 15 %, mientras que para el consumo de brócoli si se encontró diferencias, pero que no fue una variable a medir en este trabajo, ya que al brócoli se le restringió a un consumo mínimo, solo para que lo consumido sea suficiente para un buen aporte de agua y de vitamina C, como se detallo en la metodología.

Podemos apreciar en el Cuadro 5, sobre la composición porcentual de las raciones, para explicar lo que pudo haber pasado con el

nivel de inclusión de 30 % polvillo de arroz (T5) y porque disminuyó el consumo, que al comparar la composición porcentual de ingredientes incluidos en las raciones o tratamientos, vemos que conforme se incrementa el nivel de inclusión de polvillo de arroz se disminuye la pasta de algodón y hominy feed y se incrementa el nivel de forraje seco de maíz y heno de alfalfa, esto es porque el polvillo de arroz presenta un nivel apreciable de grasa, carbohidratos, proteína cruda como hace referencia (AVILA,1990; LEESON y SUMMERS,1991). Este incremento y disminución de estos cuatro ingredientes es debido a que se tuvo que ajustar el nivel de energía, proteína así como la composición en aminoácidos al formular las raciones, ya que no debía de haber mucha variación en la composición nutricional de las raciones, también este incremento de insumos pudo a ver acarreado una leve baja en la palatabilidad en el T5 y no ser atribuido al nivel máximo de polvillo de arroz, ya que en los demás tratamientos se eleva el consumo versus el testigo a pesar de no existir una diferencia estadística entre los tratamientos.

TUESTA (2003) que evaluó niveles de 0 % (testigo), 10, 20 y 30 % de inclusión de polvillo de arroz en la alimentación de codorniz japonesa que al análisis estadístico ( $p > 0.05$ ), no se observaron diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento, entre tratamientos ya que nivel de 20 y 30 % no redujeron el consumo de alimento ni siquiera por ser los niveles máximos.

También podemos decir que se han obtenido mejores consumos de alimento con polvillo de arroz en este trabajo (Cuadro 8), que en el realizado por CERNA (1997) quien evaluó el residuo seco de cervecería en cuyes en crecimiento – acabado, en diferentes niveles de inclusión de este subproducto, T1-0 (testigo), T2-15, T3-30, y T4-45 % respectivamente, cuyos consumos totales en promedio fueron de: 1.969 T1, 2.153 T2, 2.075 T3, 2.043 T4, respectivamente y como forraje se uso el maíz chala, entonces podríamos decir que el polvillo de arroz se comporta mejor que el residuo seco de cervecería en cuanto a consumo.

### **5.3. Conversión alimenticia**

Como se aprecia en el Cuadro 9 que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), tanto para materia seca así como en materia fresca, pero si se puede observar en el mismo cuadro así como en el Figura 3, que menores conversiones dieron el nivel de 7.5 % (T3), así como el testigo 0 % de inclusión de polvillo de arroz para ambos casos de materia seca y fresca.

Con el trabajo realizado por TUESTA (2003) quien no encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos para conversión alimenticia en codornices japonesas usando cuatro niveles de inclusión de polvillo de arroz de 0 (testigo), 10, 20, y 30 %, ya que los niveles de 20 y 30 % de inclusión de polvillo de arroz no afecta la conversión alimenticia de las codornices versus el testigo.

En este trabajo con polvillo de arroz se ha tenido mejores conversiones alimenticias como se muestra en el Cuadro 9, en resultados que los hallados por YAMASAKI (1999), usando tres niveles de gluten de maíz en cuyes en crecimiento – engorde, siendo T1-0 (testigo), T2-10, T3-20 y T4-30 % respectivamente, quien reporta conversión alimenticia promedio de 5.01 T1, 5.38 T2, 5.32 T3, 5.68 T4 respectivamente, lo que se corrobora con el consumo de alimento y los pesos finales obtenidos para gluten de maíz. Así mismo se ha obtenido conversiones menores que los reportados por CERNA (1997), comparados con este trabajo realizado con polvillo de arroz.

#### **5.4. Rendimiento de carcasa**

Comparativamente estos rendimientos de carcasa obtenidos en este trabajo de investigación como vemos en el Cuadro 10 y Figura 4 de los resultados, son superiores a los reportados por CERNA (1997), quien reportó valores de 71.47 T1 (testigo), 72.64 T2, 72.72 T3, y 70.88 % T4, respectivamente con el uso de cuatro niveles de residuo seco de cervecería en cuyes en crecimiento – engorde. Esta diferencia podría deberse a la calidad del alimento y a las características genéticas de los cuyes de la granja de Cieneguilla cuya mejora genética es obtener cuyes precoces que muestren sus características cárnicas a temprana edad.

Se apreció también que las carcasas de todos los tratamientos no presentaron ninguna característica anormal que prohíban su comercialización y consumo. Así mismo no se observó presencia de grasa acumulada en los

órganos nobles de los cuyes (hígado y riñones) ni con los animales que recibieron niveles altos de polvillo de arroz (15 y 30 %), esto podría deberse que el periodo de evaluación duró solo 49 días, tiempo suficiente para obtener pesos comerciales.

### **5.5. Retribución económica**

Los resultados de retribución económica por cuy logrado así como la retribución relativa se muestran en el Cuadro 11, donde se ve que la retribución económica es mayor con la ración que contiene 7.5 % (T3) de inclusión de polvillo de arroz comparado con los demás tratamiento, ya que presento similares pesos finales superiores, menor conversión alimenticia y consumo de alimento, con respecto al testigo.

Estos valores de retribución económica consideran los ingresos en función al cuy beneficiado (carcasa), que comprende cuerpo con cabeza, patas, hígado, riñones, testículos, mas no así el precio del cuy en pie, debido que la tendencia en el consumo es en base a un animal beneficiado. Los precios de los insumos empleados en las raciones corresponden al mes de Noviembre del 2005 (Cuadro 35 del Anexo).

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La utilización del polvillo de arroz hasta 30 % en la ración para cuyes en crecimiento – engorde no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Así como la apariencia física de la carcasa.
- Con el nivel de 7.5 % se logro un mejor beneficio en la crianza y rendimiento productivo, ya que seria el nivel óptimo a usar en las raciones para cuyes en crecimiento – acabado.
- Los cinco niveles de polvillo de arroz no tuvieron efectos sobre el rendimiento de la carcasa.
- Los cuyes alimentados con la ración que contenía 7.5 % de polvillo de arroz, tuvieron una mayor retribución económica.

- Al analizar los datos de consumo de alimento en relación al nivel óptimo de sustitución del afrecho de trigo por polvillo de arroz, a través de la prueba de regresión lineal cuadrática se encuentra que el nivel máximo de sustitución es de 17.3 %.

## VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar el polvillo de arroz en la formulación de raciones para cuyes tomando en cuenta los valores de composición química y utilizar niveles hasta un nivel máximo de sustitución de 17.3 % en raciones de crecimiento – engorde en cuyes.
- Tener en cuenta que el polvillo de arroz es un insumo poco estable por el alto contenido en grasa que presenta y realizar un análisis previo de índice de peróxido para uso, se recomienda usarlo en épocas de invierno.
- Así mismo se recomienda continuar con estos estudios de investigación utilizando otros insumos agroindustriales para la alimentación del cuy.
- Realizar estudios de niveles de inclusión del polvillo de arroz en raciones para las fases de empadre, gestación y lactación en cuyes.
- Evaluar el uso de polvillo de arroz en raciones de otras especies de animales domésticos.

## VIII. ABSTRACT

This research work was carried out at Cieneguilla guinea pig Farm, owned by the National Agrarian University of la Molina, with the objective to evaluate the substitution of five levels polish rice in replacement of wheat 0 %, (T1), 7.5 % (T2), 12.5 % (T3), 25 % (T4) and 50 % (T5), in growth-finished diets, lasting 49 days. Eighty male guinea pigs improved type, 10-15 days old, were used, distributed in complete random design using 20 pods, 4 animals for each pot, 441 g body weight average. The concentrate diets contained from 2.7 to 2.8 Mcal/kg of digestible energy and 17.2 to 18.2 % protein, feeding ad libitum, with restricted forage (stubble of broccoli) to 20 % of body live weight. It was not found significant difference for body weight gain reporting 533.75 (T1), 529.38 (t2), 548.20 (T3), 523.08 (T4) and 495.25 (T5) the same way happened to food intake: 2609.5 (T1), 2621.3(T2), 2696.0 (T3), 2711.9 (T4), and 2579.8 (T5), to nutritional conversion: 4.9 (T1), 5.0(T2), 4.9 (T3), 5.1 (T4) and 5.2 (T5), to carcass performance 73.2 (T1), 74.0 (T2), 73.8 (T3), 72.1 (T4) and 72.9 (T5). The economic return obtained soles per kg were: 10.47 (T1), 10.34 (T2), 10.49 (T3), 10.26 (t4) and 9.92 (T5). Polished rice is a by-product with an appreciable nutritional value, that can be used up to 30 % in *Cavia porcellus* growth- finished diets in order to obtain good productive performance.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALIAGA, R. 1993. Crianza de cuyes. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú. 97 pp.
- AVILA, E. 1990. Alimentación de las aves. 2 ed. Guadalajara, México, Trillas. 107 pp.
- CAMPABADAL, C. y NAVARROU, H. 1998. Clasificación de los ingredientes utilizados en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. [en línea]: (<http://www.ag.uiuc.edu/>, documento, 26 de Jun. 2005).
- CAYCEDO, V. 2000. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo técnico de la explotación. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, Mc Graw-Hill. 323 p.
- CAYCEDO, A., MUÑOS, B., RAMOS, L. 1988. Evaluación de cuatro niveles de proteína y dos de energía con pasto a voluntad de gestación y lactancia de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Universidad Nariño, Pasto, Colombia, Mc Graw-Hill. 386 p.
- CERNA, M. 1997. Evaluación de cuatro niveles de residuo de cervecería seco en el crecimiento – engorde. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 85 p.

- CIPRIAN, R. 2005. Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus* L) en crecimiento. Tesis Ing. Zóotecnia. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 82 p.
- CHAUCA, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus* L.). Instituto de Investigación Agraria de La Molina. Lima, Perú. 134 p.
- DEVENDRA, C., GIHL, B. 1999. *Oryza sativa*. [en línea]: FAO, (<http://www.fao.org/livestock/agap/frg>, documento 4 de Ago. 2002).
- GOMEZ, G., ALVARADO, F., CHAMORRO, J. Y MANER, J. 1978. Utilización de las puliduras (polvillo) de arroz en raciones para cerdos en crecimiento – acabado. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, Mc Graw-Hill. 26 pp.
- GONZALES, H. 1981. Origen y morfología de la planta de arroz. INIPA – CIPA II. Perú.
- GRIST, D. 1982. Arroz. 1 ed. Ciudad de México D.F., México, Continental S.A. 716 pp.
- HERTRAMPF, J. Y PIEDAD, F. 2000. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds., Holanda, Kluwer Academic Publishers. 573 p.
- HIDALGO, V., MONTES, T., CABRERA, P., MORENO, A. 1999. Crianza de cuyes. Programa de investigación y proyección social en carnes. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 81 p.
- HOSENEY, R. 1991. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Zaragoza, España, Acribia S.A. 321 pp.

- HY-LINE. 2002. Feed ingredient analysis table 1. [en línea]:  
([http://www.hyline.com/brn\\_e.pdf](http://www.hyline.com/brn_e.pdf), documentos, 11 Set. 2005).
- LEESON, S. y SUMMERS, J. 1991. Comercial poultry nutrition. 1 ed.  
University Books. Ontario, Canadá. 283 p.
- LLOYD, L. 1982. Fundamentos de nutrición. Zaragoza, España, Acribia S.A.  
464 p.
- Mc DONALD, P., EDWUARS, R., GREENHALGH, J., MORGAN, C. 1995.  
Nutrición animal. Zaragoza, España, Acribia S.A. 571 p.
- MINISTERIO NACIONAL DE AGRICULTURA (MINAG) – DIRECCION  
GENERAL DE INFORMACION AGRARIA (DGIA). 2002. Estadística  
agraria trimestral. Lima, Perú. 174 pp.
- MORRISON, F. 1980. Alimentos y alimentación del ganado. Tomo I. 21 ed.  
Ciudad de México D.F., México, Hispanoamericana S. A. 722 p.
- MORENO, R. 1989. Producción de cuyes. Universidad Nacional Agraria la  
Molina. Departamento de Producción Animal. Lima, Perú. 132 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1978. Nutrient requirements of  
laboratory animal. Washington D.C., National Academy Press. 64 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1995. Nutrient requirements of  
laboratory animal. Washington D.C., National Academy Press. 96 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1994. Nutrient requirements of  
laboratory animal. Washington D.C., National Academy Press. 88 p.
- OTHON, S. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los  
cereales. 1 ed. Monterrey, México, AGT S.A. 521 p.

- PLUSKE, J., MOUGHAN, P., THOMAS, D., KUMAR, A., DINGLE, J. 1997. Releasing energy from rice bran, copra meal and canola in diets using exogenous enzymes. En: Proceedings of alltech's 13 th annual symposium. Nottingham, Inglaterra, University Press. 441p.
- PRIMO, E. 1982. Química agrícola III: Alimentos. Madrid, España, Alhambra S.A. 683 p.
- PRIMO, E. 1997. Química de los alimentos. Madrid, España. Alhambra S.A. 461 p.
- ROJAS, S. 1979. Nutrición animal aplicada – aves, porcinos, vacunos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 230 p.
- SARAVIA, J. 1995. Avances de investigación en alimentación de cuyes. Cajamarca, Perú, Oriente S.A. 46 p.
- TINARELLI, A. 1989. El arroz. Madrid, España, Mundi Prensa. 575 p.
- TUESTA, K. 2003. Evaluación de cuatro niveles de polvillo de arroz en dietas de postura peletizadas sobre el comportamiento productivo de la codorniz japonesa. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 72 p.
- VILLAFRANCA, A. 2003. Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento – engorde. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 82 p.

- VIGIL, J. 1999. Determinación de la energía metabolizable para aves del polvillo de arroz por 2 métodos. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 69 p.
- YAMASAKI, K. 1999. Evaluación de cuatro niveles de alimento de gluten de maíz en cuyes en crecimiento – engorde. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 85 p.

## **X. ANEXOS**

Cuadro 12. Pesos semanales de los cuyes por grupo experimental (g/cuy).

Tratamientos	Repeticiones	Peso Inicial	Semanas						
			1	2	3	4	6	6	7
1	1	454	524	590	700	803	881	877	1016
	2	446	521	582	696	778	835	928	959
	3	463	531	598	719	811	901	929	1012
	4	438	510	579	658	771	841	862	949
	Promedio	460	621	687	693	790	864	899	984
2	1	456	529	607	728	809	932	997	1065
	2	427	502	567	628	725	815	798	897
	3	431	484	553	645	715	802	874	909
	4	426	494	567	676	776	873	901	987
	Promedio	436	602	673	669	766	866	829	964
3	1	410	491	583	674	781	829	938	990
	2	450	523	588	702	800	879	956	1006
	3	444	508	577	688	735	836	878	945
	4	426	500	571	690	794	866	919	976
	Promedio	432	606	679	688	777	862	923	979
4	1	459	534	610	718	816	900	922	1001
	2	419	494	553	638	720	804	857	898
	3	458	521	593	700	793	875	938	952
	4	435	502	570	670	758	829	817	1022
	Promedio	443	613	681	681	771	862	883	968
5	1	474	540	574	680	779	858	963	948
	2	458	513	587	698	798	888	940	979
	3	419	488	543	633	726	802	894	929
	4	424	479	549	640	727	806	850	899
	Promedio	444	606	563	662	767	838	912	939

Cuadro 13. Ganancia de peso semanal g/cuy.

Tratamientos	Repeticiones	Ganan. Sem.1	Ganan. Sem.2	Ganan. Sem.3	Ganan. Sem.4	Ganan. Sem.5	Ganan. Sem.6	Ganan. Sem.7
1	1	70.0	66.0	109.5	103.0	78.5	-4.5	139.5
	2	74.5	61.5	113.5	82.5	57.0	93.0	31.0
	3	68.0	67.0	120.5	92.0	90.5	28.0	83.0
	4	72.5	69.0	79.0	112.5	70.0	21.0	87.0
	Promedio	71.3	65.9	105.6	97.5	74.0	34.4	85.1
2	1	73.0	77.5	121.0	108.0	123.0	65.0	68.0
	2	74.5	65.0	86.5	96.5	90.0	-17.0	99.0
	3	53.0	69.0	92.0	69.5	87.0	72.5	34.5
	4	68.0	73.0	109.0	100.5	96.5	28.0	86.0
	Promedio	67.1	71.1	102.1	93.6	99.1	37.1	71.9
3	1	81.0	92.0	90.6	107.3	48.0	108.6	52.0
	2	73.0	65.0	114.0	98.0	79.0	59.5	50.5
	3	64.5	68.5	111.0	47.5	101.0	41.5	67.0
	4	74.5	70.5	119.5	103.5	72.0	53.5	56.5
	Promedio	73.3	74.0	108.8	89.1	75.0	65.8	56.5
4	1	75.0	76.5	108.0	98.0	83.5	22.0	79.5
	2	75.0	59.0	109.5	82.0	84.5	52.5	41.0
	3	63.0	71.5	107.5	92.5	82.5	63.0	14.0
	4	67.5	68.0	99.5	88.0	100.0	-1.3	147.3
	Promedio	70.1	68.8	106.1	90.1	87.6	34.1	70.5
5	1	66.0	34.0	105.5	99.0	79.5	105.0	-15.0
	2	55.5	64.0	110.5	100.5	89.5	52.5	39.0
	3	68.5	55.0	90.0	93.0	76.0	92.0	35.0
	4	54.5	70.0	91.5	87.0	78.5	44.5	27.3
	Promedio	61.1	55.8	99.4	94.9	80.9	73.5	21.6

Cuadro 14. Consumo semanal del alimento balanceado tal como ofrecido por los cuyes (g/poza).

Tratamientos	Repetici.	Semanas							Total periodo
		1	2	3	4	5	6	7	
1	1	710	720	826	1092	1108	1008	1234	6698
	2	762	914	916	1018	1144	1118	1228	7100
	3	826	924	960	1162	1182	1008	1252	7314
	4	758	832	880	1086	1020	1000	1210	6786
	Promedio	764	848	896	1090	1114	1034	1231	6975
2	1	776	910	972	1122	1202	1214	1286	7482
	2	714	818	604	1002	1064	936	1202	6340
	3	840	1064	866	1210	1264	1308	1188	7740
	4	764	864	890	1098	1126	1018	1284	7044
	Promedio	774	914	833	1108	1164	1119	1240	7152
3	1	708	716	732	862	776	876	936	5606
	2	780	864	900	1094	1110	1152	1198	7098
	3	708	864	912	968	1056	980	1044	6532
	4	712	768	884	1078	1078	1014	1258	6792
	Promedio	727	803	857	1001	1005	1006	1109	6507
4	1	786	880	884	1156	1182	1046	1222	7156
	2	774	740	744	926	996	960	1038	6178
	3	738	846	932	1090	1102	940	918	6566
	4	740	844	894	1028	866	838	1064	6274
	Promedio	760	828	864	1050	1037	946	1061	6544
5	1	696	726	796	1016	960	1042	1004	6240
	2	744	746	904	1134	1152	1040	1158	6878
	3	660	664	754	914	968	976	1060	5996
	4	594	696	712	872	912	830	722	5338
	Promedio	674	708	792	984	998	972	986	6113

Cuadro 15. Consumo semanal del alimento balanceado en materia seca por los cuyes (g/poza).

Tratamientos	Repetici.	Semanas							Total (MS) periodo
		1	2	3	4	5	6	7	
1 (% MS)=88.81	1	631	639	734	970	984	895	1096	5949
	2	677	812	813	904	1016	993	1091	6274
	3	734	821	853	1032	1050	895	1112	6497
	4	673	739	782	964	906	888	1075	6027
	Promedio	679	753	796	968	989	918	1093	6187
2 (% MS)=88.61	1	688	806	861	994	1065	1076	1140	6630
	2	633	725	535	888	943	829	1065	5618
	3	744	943	767	1072	1120	1159	1053	6858
	4	677	766	789	973	998	902	1138	6243
	Promedio	686	810	738	982	1031	992	1099	6337
3 (% MS)=89.00	1	630	637	651	767	691	780	833	4989
	2	694	769	801	974	988	1025	1066	6317
	3	630	769	812	862	940	872	929	5814
	4	634	684	787	959	959	902	1120	6045
	Promedio	647	715	763	891	894	895	987	5791
4 (% MS)=89.00	1	700	783	787	1029	1052	931	1088	6370
	2	689	659	662	824	886	854	924	5498
	3	657	753	829	970	981	837	817	5844
	4	659	751	796	915	771	746	947	5585
	Promedio	676	737	769	935	923	842	944	5824
5 (% MS)=89.29	1	621	648	711	907	857	930	896	5570
	2	664	666	807	1013	1029	929	1034	6142
	3	589	593	673	816	864	871	946	5352
	4	530	621	636	779	814	741	645	4766
	Promedio	602	632	707	879	891	868	880	5458

(% MS) Porcentaje de materia seca de las cinco raciones realizadas por el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – UNALM (2006)

Cuadro 16. Consumo semanal de rastrojos de brócoli tal como ofrecido por los cuyes (g/poza).

Tratamient.	Repetici.	Semanas							Total periodo
		1	2	3	4	5	6	7	
1	1	2912	3290	3878	4424	4830	5033	5509	29876
	2	2912	3290	3878	4424	4830	5033	5509	29876
	3	2912	3290	3878	4424	4830	5033	5509	29876
	4	2912	3290	3878	4424	4830	5033	5509	29876
	Promedio	2912	3290	3878	4424	4830	5033	5509	29876
2	1	2800	3206	3780	4228	4788	4956	5397	29155
	2	2800	3206	3780	4228	4788	4956	5397	29155
	3	2800	3206	3780	4228	4788	4956	5397	29155
	4	2800	3206	3780	4228	4788	4956	5397	29155
	Promedio	2800	3206	3780	4228	4788	4956	5397	29155
3	1	2828	3241	3850	4354	4774	5166	5481	29694
	2	2828	3241	3850	4354	4774	5166	5481	29694
	3	2828	3241	3850	4354	4774	5166	5481	29694
	4	2828	3241	3850	4354	4774	5166	5481	29694
	Promedio	2828	3241	3850	4354	4774	5166	5481	29694
4	1	2870	3255	3850	4319	4830	5026	5418	29568
	2	2870	3255	3850	4319	4830	5026	5418	29568
	3	2870	3255	3850	4319	4830	5026	5418	29568
	4	2870	3255	3850	4319	4830	5026	5418	29568
	Promedio	2870	3255	3850	4319	4830	5026	5418	29568
5	1	2821	3150	3710	4242	4690	5103	5250	28966
	2	2821	3150	3710	4242	4690	5103	5250	28966
	3	2821	3150	3710	4242	4690	5103	5250	28966
	4	2821	3150	3710	4242	4690	5103	5250	28966
	Promedio	2821	3150	3710	4242	4690	5103	5250	28966

Cuadro 17. Consumo semanal de rastrojo de brócoli en materia seca por los cuyes (g/poza).

Tratamient.	Repetici.	Semanas							Total periodo
		1	2	3	4	5	6	7	
1	1	414	468	552	630	687	716	784	4251
	2	414	468	552	630	687	716	784	4251
	3	414	468	552	630	687	716	784	4251
	4	414	468	552	630	687	716	784	4251
	Promedio	414	468	552	630	687	716	784	4251
2	1	398	456	538	602	681	705	768	4148
	2	398	456	538	602	681	705	768	4148
	3	398	456	538	602	681	705	768	4148
	4	398	456	538	602	681	705	768	4148
	Promedio	398	456	538	602	681	705	768	4148
3	1	402	461	548	620	679	735	780	4225
	2	402	461	548	620	679	735	780	4225
	3	402	461	548	620	679	735	780	4225
	4	402	461	548	620	679	735	780	4225
	Promedio	402	461	548	620	679	735	780	4225
4	1	408	463	548	615	687	715	771	4207
	2	408	463	548	615	687	715	771	4207
	3	408	463	548	615	687	715	771	4207
	4	408	463	548	615	687	715	771	4207
	Promedio	408	463	548	615	687	715	771	4207
5	1	401	448	528	604	667	726	747	4121
	2	401	448	528	604	667	726	747	4121
	3	401	448	528	604	667	726	747	4121
	4	401	448	528	604	667	726	747	4121
	Promedio	401	448	528	604	667	726	747	4121

Porcentaje de humedad de rastrojo de brócoli = 85.77 % y el Porcentaje de materia seca del rastrojo de brócoli = 14.23 %

Cuadro 18. Consumo de concentrado y rastrojo de brócoli total periodo en materia seca (g/MS/49 días).

Trat.	Rep.	Consumo total (MS) alimento balanceado	Consumo total (MS) de rastrojo de brócoli	Total (MS) Periodo
1	1	5949	4251	10200
	2	6274	4251	10525
	3	6497	4251	10748
	4	6027	4251	10278
	Prom.	6187	4261	10438
2	1	6630	4148	10778
	2	5618	4148	9766
	3	6858	4148	11 006
	4	6243	4148	10391
	Prom.	6337	4149	10486
3	1	4989	4225	9214
	2	6317	4225	10542
	3	5814	4225	10039
	4	6045	4225	10270
	Prom.	6791	4225	10016
4	1	6370	4207	10577
	2	5498	4207	9705
	3	5844	4207	10051
	4	5585	4207	9792
	Prom.	6824	4207	10031
5	1	5570	4121	9691
	2	6142	4121	10263
	3	5352	4121	9473
	4	4766	4121	8887
	Prom.	6468	4121	9679

Cuadro 19. Resumen de peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento (MS), conversión alimenticia y rendimiento de carcasa por los cuyes en 49 días.

Tratamiento	Repetición	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso		Consumo g		Conversión alimenticia	Rendimiento Carcasa (%)
				Cuy (g)	Total (g)	Total	Por cuy		
1	1	454	1016	562	2248.0	10200	2550	4.54	71.55
	2	446	959	513	2052.0	10525	2631	5.13	74.63
	3	463	1012	549	2196.0	10748	2687	4.89	73.77
	4	438	949	511	2044.0	10278	2570	5.03	72.87
	Promedio	450	984	534	2135.0	10438	2609	4.90	73.20
2	1	456	1065	609	2436.0	10778	2695	4.42	73.97
	2	427	897	470	1878.0	9767	2442	5.20	72.64
	3	431	909	478	1910.0	11007	2752	5.76	74.63
	4	426	987	562	2246.0	10390	2598	4.63	74.83
	Promedio	435	964	529	2117.5	10485	2621	5.00	74.02
3	1	405	990	585	2341.3	9214	3071	5.25	73.43
	2	450	1006	557	2226.0	10542	2636	4.74	73.89
	3	444	945	501	2004.0	10039	2510	5.01	75.31
	4	426	976	550	2200.0	10270	2568	4.67	72.77
	Promedio	431	979	548	2192.8	10016	2696	4.92	73.85
4	1	459	1001	543	2170.0	10577	2644	4.87	70.92
	2	419	898	479	1914.0	9705	2426	5.07	71.74
	3	458	952	494	1976.0	10051	2513	5.09	75.58
	4	445	1022	577	2309.3	9792	3264	5.65	70.36
	Promedio	445	968	523	2092.3	10031	2712	5.17	72.15
5	1	474	948	474	1896.0	9691	2423	5.11	73.97
	2	458	979	522	2086.0	10263	2566	4.92	73.62
	3	419	929	510	2038.0	9473	2368	4.65	73.33
	4	423	899	476	1904.0	8887	2962	6.22	70.86
	Promedio	443	939	495	1981.0	9579	2580	5.23	72.95

Cuadro 20. Análisis de variancia y prueba de Duncan para peso inicial g/cuy.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	985.477	246.369	0.69	0.6117
Error	15	5374.965	358.331		
Total	19	6360.442			

Prueba de Duncan = 0.05  
CME = 358.331 gl = 15

Tratamientos	Medias	Significancia
T1	450.13	A
T4	445.05	A
T5	443.30	A
T2	434.88	A
T3	430.80	A

Cuadro 21. Análisis de variancia y prueba de Duncan para ganancia de peso g/cuy.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	6073.547	1518.3868	0.840	0.5219
Error	15	27167.535	1811.169		
Total	19	322441.082			

Prueba de Duncan = 0.05  
CME = 1811.169 gl = 15

Tratamientos	Medias	Significancia
T3	548.20	A
T1	533.75	A
T2	529.38	A
T4	523.08	A
T5	495.25	A

Cuadro 22. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo total de alimento g MS/cuy.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	52556.963	13139.241	0.220	0.9249
Error	15	908981.155	60598.7437		
Total	19	961538.118			

Prueba de Duncan = 0.05  
CME = 358.331 gl = 15

Tratamientos	Medias	N	Significancia
T4	2711.90	4	A
T3	2696.00	4	A
T2	2621.30	4	A
T1	2609.50	4	A
T5	2579.80	4	A

Cuadro 23. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo de alimento g TCO<sub>(1)</sub>/cuy.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	414549.0750	103637.2687	5.64	0.0056
Error	15	275570.5625	18371.3708		
Total	19	690119.6375			

Prueba de Duncan = 0.05

CME = 18371.37 gl = 15

Tratamientos	Medias	N	Significancia
T1	9212.63	4	A
T2	9076.63	4	A
T3	9050.25	4	A
T4	9027.88	4	A
T5	8769.75	4	B

(1) Tal como ofrecido

Cuadro 24. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo de concentrado g MS/cuy.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	121225.55	4	30306.39	2.09	0.1334
TRATAMIENTO	121225.55	4	30306.39	2.09	0.1334
Error	217896.00	15	14526.40		
Total	339121.55	19			

Test : Duncan Alfa: 0.05

Error: 14526.4000 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n		
5	1364.38	4	A	
3	1447.81	4	A	B
4	1456.06	4	A	B
1	1546.69	4	A	B
2	1584.31	4	B	

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

Cuadro 25. Análisis de variancia y prueba de Duncan para consumo de brócoli g MS/cuy.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2939.80	4	734.95	4.61768837	454E16 <0.0001
TRATAMIENTO	2939.80	4	734.95	sd	sd
Error	0.00	15	0.00		
Total	2939.80	19			

Test : Duncan Alfa: 0.05

Error: 0.0000 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n				
5	1030.25	4	A			
2	1037.00	4		B		
4	1051.75	4			C	
3	1056.25	4				D
1	1062.75	4				E

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

Cuadro 26. Análisis de variancia y prueba de Duncan para conversión alimenticia en materia seca.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	0.351	0.088	0.400	0.8033
Error	15	3.266	0.218		
Total	19	3.617			

Prueba de Duncan = 0.05

CME = 0.217728 gl = 15

Tratamientos	Medias	N	Significancia
T5	5.225	4	A
T4	5.170	4	A
T2	5.003	4	A
T3	4.918	4	A
T1	4.898	4	A

Cuadro 27. Análisis de variancia y prueba de Duncan para conversión alimenticia en materia fresca.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	2.85017000	0.71254250	0.39	0.8104
Error	15	27.1897500	1.81265000		
Total	19	30.0399200			

Prueba de Duncan = 0.05

CME = 1.812650 gl = 15

Tratamientos	Medias	N	Significancia
T5	17.7250	4	A
T4	17.3475	4	A
T2	17.3300	4	A
T1	17.2925	4	A
T3	16.5650	4	A

Cuadro 28. Análisis de variancia y prueba de Duncan para rendimiento de carcasa.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	9.011	2.253	0.990	0.445
Error	15	34.264	2.284		
Total	19	43.275			

Prueba de Duncan = 0.05  
CME = 60561.067 gl = 15

Tratamientos	Medias	N	Significancia
T2	74.018	4	A
T3	73.850	4	A
T1	73.205	4	A
T5	72.945	4	A
T4	72.150	4	A

Cuadro 29. Análisis de variancia y prueba de Duncan para el peso de la carcasa.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamiento	4	3656.200	914.050	0.560	0.699
Error	15	24697.000	1646.467		
Total	19	28353.200			

Prueba de Duncan = 0.05  
CME = 1646.467 gl = 15

Tratamientos	Medias	N	Significancia
T3	750.25	4	A
T1	749.25	4	A
T2	740.75	4	A
T4	735.75	4	A
T5	713.00	4	A

Cuadro 30. Rendimiento de la carcasa por tratamiento.

Trat.	Rep.	Peso vivo (g)	Peso de la carcasa (g)	Rendimiento de carcasa (%)
1	1	1072	761	72
	2	1013	756	75
	3	1031	765	74
	4	913	709	73
	Promedio	1024	749	74
2	1	1095	810	74
	2	932	611	73
	3	950	709	75
	4	1025	761	75
	Promedio	1001	741	74
3	1	1005	738	73
	2	1084	801	74
	3	916	735	75
	4	999	721	73
	Promedio	1016	750	74
4	1	1059	751	71
	2	959	688	72
	3	991	749	76
	4	1013	755	70
	Promedio	1021	736	72
5	1	972	719	74
	2	1035	762	74
	3	971	712	73
	4	930	659	71
	Promedio	977	713	73

Cuadro 31. Retribución económica por cuy beneficiado.

Índice	Niveles de polvillo de arroz, kg/100kg				
	T1 (0%)	T2 (4.5%)	T3 (7.5%)	T4 (15%)	T5 (30%)
Peso final cuy (kg)	0.749	0.741	0.750	0.736	0.713
Precio cuy (S/.)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Ingreso bruto por cuy logrado (S/.)	11.239	11.111	11.254	11.036	10.695
Alimento balanceado (dieta)					
Consumo (kg)	1.063	1.037	1.056	1.052	1.030
Costo (S/. kg)	0.580	0.590	0.590	0.600	0.620
Total (S/.)	0.616	0.612	0.623	0.631	0.639
Forraje: Maíz chala					
Consumo (kg)	1.547	1.584	1.448	1.456	1.365
Costo (S/. kg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total (S/.)	0.155	0.158	0.145	0.146	0.136
Costo total de alimentación (S/.)	0.771	0.770	0.768	0.777	0.775
Retribución económica por cuy logrado (S/.)	10.468	10.341	10.486	10.260	9.920
Retribución relativa (%)	100	98.787	100.172	98.013	94.765

Cuadro 32. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo brócoli (g/cuy).

Tratamiento	Nivel de sustitución <sup>(1)</sup>	Brócoli MS <sup>(2)</sup>	Brócoli TCO <sup>(3)</sup>
1	0 %	1062.75 <sup>a</sup>	7469.00
2	4.5 %	1029.50 <sup>d</sup>	7288.75
3	7.5 %	1056.25 <sup>b</sup>	7423.50
4	15 %	1051.75 <sup>c</sup>	7392.00
5	30 %	1030.25 <sup>e</sup>	7241.50

(1) Valores indican la cantidad porcentual de polvillo de arroz en la ración.

(2) Cantidad de brócoli consumido en materia seca en 49 días.

(3) Cantidad de brócoli consumida tal como ofrecido (TCO).

Cuadro 33. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo Concentrado (g/cuy).

Tratamiento	Nivel de sustitución <sub>(1)</sub>	Concentrado MS <sub>(2)</sub>	Concentrado TCO <sub>(3)</sub>
1	0 %	1546.69	1743.75
2	4.5 %	1584.25 <sup>a</sup>	1788.00
3	7.5 %	1447.81 <sup>ab</sup>	1626.75
4	15 %	1456.06 <sup>ab</sup>	1636.00
5	30 %	1364.38 <sup>b</sup>	1528.25

(a, b) letras distintas en la misma columna expresan diferencia estadística, de  $P < 0,05$  de significancia.

(1) Valores indican la cantidad porcentual de polvillo de arroz en la ración.

(2) Consumo en materia seca

(3) Consumo TCO = Tal como ofrecido

Cuadro 34. Efecto del nivel de sustitución de polvillo de arroz sobre el consumo brócoli (g/cuy).

Tratamiento	Nivel de sustitución <sub>(1)</sub>	Brócoli MS <sub>(2)</sub>	Brócoli TCO <sub>(3)</sub>
1	0 %	1062.75 <sup>a</sup>	7469.00
2	4.5 %	1029.50 <sup>d</sup>	7288.75
3	7.5 %	1056.25 <sup>b</sup>	7423.50
4	15 %	1051.75 <sup>c</sup>	7392.00
5	30 %	1030.25 <sup>e</sup>	7241.50

(1) Valores indican la cantidad porcentual de polvillo de arroz en la ración.

(2) Cantidad de brócoli consumido en materia seca en 49 días.

(3) Cantidad de brócoli consumida tal como ofrecido (TCO).

