

**VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL EN
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA FASE DE LEVANTE Y
CEBA**

JOHN JAIRO PARREÑO SALAS

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2012**

**VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL EN
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA FASE DE LEVANTE Y
CEBA**

JOHN JAIRO PARREÑO SALAS

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ZOOTECNISTA**

**Presidente
JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2012**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad de su autor”.

Artículo 1 del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ
Presidente

LESVY RAMOS OBANDO
Jurado Delegado

LUIS ERNESTO VITERI
Jurado

San Juan de Pasto, Febrero de 2012.

DEDICATORIA

A **DIOS**, por acompañarme en todo momento.

A mis padres, **DAVID PARREÑO** y **MAURA SALAS**, por darme la vida, enseñarme cada día y llenarme de felicidad en cada momento de la existencia. Gracias a ellos, muchos de los logros propuestos han sido alcanzados.

A mis hermanos **GIOVANNY** y **LUCÍA**, por ser los amigos y consejeros incondicionales que siempre estuvieron dispuestos a acompañarme en los momentos difíciles; compartiendo aquellos que me llenaron de felicidad.

A mis familiares y amigos, por estar siempre en el caminar de la vida haciéndola más plena y hermosa.

A mis compañeros de estudio, por ser el apoyo permanente en las labores del que hacer académico, sin ellos el logro alcanzado, no hubiera sido posible. Mil y mil gracias por compartir este vertiginoso mundo universitario y crecer juntos, personal e intelectualmente.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES

Zootecnista, I.P.A.,
Esp. M.Sc.

LESVY RAMOS OBANDO

Zootecnista, I.P.A.,
Candidata a M: Sc.

LUIS ERNESTO VITERI SARASTI

Zootecnista.

HELVER MUÑOZ

Zootecnista.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA

Zootecnista, Esp.

SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ

I.P.A.

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

El personal que labora en la granja experimental Botana

El personal de la planta de beneficio FRIGOVITO S.A.

Y a todas las personas que de alguna manera han contribuido al desarrollo y culminación de la presente investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4. MARCO TEÓRICO	21
4.1 GENERALIDADES DEL CUY	21
4.2 ANATOMÍA DIGESTIVA DEL CUY	22
4.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY	22
4.3.1 Digestión en estómago e intestino delgado (prececal)	23
4.3.1.1 Digestión enzimática de la proteína	23
4.3.2 Digestión en el ciego	24
4.4. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL CUY	24
4.4.1 Energía	25
4.4.2 Proteínas	26
4.4.3 Fibra	27
4.5 HARINAS DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIO ANIMAL	27
4.6 OBTENCIÓN Y USO DE LA HARINA DE CARNE	29
4.7 GENERALIDADES DEL RUMEN	29

4.7.1 Generalidades colágeno y queratina	30
4.7.1.1 Colágeno	30
4.7.1.2 Queratina	30
4.7.2 Generalidades de epitelio de rumen extraído en las plantas de beneficio	30
4.8 PASTO AUBADE (<i>Lolium sp</i>)	32
5. DISEÑO METODOLÓGICO	34
5.1 LOCALIZACIÓN	34
5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	34
5.3 ANIMALES	34
5.4 PERIODO EXPERIMENTAL	35
5.5 ALIMENTACIÓN	35
5.6 MANEJO	36
5.7 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL	36
5.8 TRATAMIENTOS	36
5.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
5.10 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	37
5.11 VARIABLES EVALUADAS	38
5.11.1 Consumo de alimento	38
5.11.2 Ganancia de peso	38
5.11.3 Conversión alimenticia	38
5.11.4 Rendimiento en la canal	38
5.11.5 Porcentaje de mortalidad	38

5.12 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	39
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
6.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL EPITELIO RUMINAL Y PASTO AUBADE	40
6.1.1 Harina de Epitelio Ruminal	40
6.1.2 Pasto Aubade (<i>Lolium sp.</i>)	41
6.2 SUPLEMENTOS PARA CADA TRATAMIENTO	42
6.3 CONSUMO DE ALIMENTO	43
6.3.1 Consumo de materia seca del suplemento	43
6.3.2 Consumo de materia seca del forraje	46
6.3.3 Consumo de materia seca de forraje y suplemento	48
6.4 GANANCIA DE PESO	50
6.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	52
6.6 RENDIMIENTO EN CANAL	54
6.7 MORTALIDAD	55
6.8 ANÁLISIS ECONÓMICO	55
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
7.1 CONCLUSIONES	58
7.2 RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	65

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy (<i>Cavia porcellus</i>)	25
Tabla 2. Cantidad de epitelio ruminal planta de beneficio Frigovito S.A.	31
Tabla 3. Consumo de pasto Aubade periodo destete-ceba	33
Tabla 4. Composición del suplemento en los diferentes tratamientos	35
Tabla 5. Análisis bromatológico pasto Aubade y epitelio ruminal	40
Tabla 6. Composición bromatológica de los suplementos	43
Tabla 7. Análisis parcial de costos	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Consumo de materia seca del suplemento en fase de levante	44
Figura 2. Consumo de materia seca del suplemento en fase de ceba	45
Figura 3. Consumo total de suplemento en materia seca	46
Figura 4. Consumo de materia seca del forraje en fase de levante	46
Figura 5. Consumo de materia seca del forraje en la fase de ceba	47
Figura 6. Consumo total de materia seca del forraje	48
Figura 7. Consumo total de materia seca	48
Figura 8. Consumo total de materia seca durante la fase de levante	49
Figura 9. Consumo total de materia seca durante la fase de ceba	49
Figura 10. Ganancia de peso fase de levante	50
Figura 11. Ganancia de peso fase de ceba	51
Figura 12. Ganancia de peso total	52
Figura 13. Conversión alimenticia fase de levante	52
Figura 14. Conversión alimenticia fase de ceba	53
Figura 15. Conversión alimenticia total	53
Figura 16. Rendimiento en canal	55

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A. Análisis bromatológico de la harina de Epitelio Ruminal	66
Anexo B. Análisis Bromatológico del pasto Aubade	67
Anexo C. Determinación de metabolitos secundarios en el pasto Aubade	68
Anexo D. Consumo de alimento en las fases de levante y ceba, suministrando únicamente pasto Aubade	69
Anexo E. Análisis bromatológico del suplemento sin inclusión de harina de epitelio ruminal (T0)	70
Anexo F. Análisis bromatológico del suplemento con 10% de harina de epitelio ruminal (T1)	71
Anexo G. Análisis bromatológico del suplemento con 5% de epitelio ruminal (T2)	72
Anexo H. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo total de materia seca del balanceado	73
Anexo I. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo de materia seca del balanceado, durante la fase de levante	73
Anexo J. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo de materia seca del balanceado, durante la fase de ceba	74
Anexo K. Análisis de varianza para consumo total de materia seca del forraje	74
Anexo L. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje, en la fase de levante	75
Anexo M. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje y prueba de Tukey, en la fase de ceba	75
Anexo N. Análisis de varianza para consumo total de materia seca	76

Anexo Ñ. Análisis de varianza para consumo total de materia seca en la fase de levante	76
Anexo O. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo total de materia seca en la fase de ceba	77
Anexo P. Análisis de varianza y prueba de Tukey para ganancia de peso	77
Anexo Q. Análisis de varianza para ganancia de peso durante la fase de levante	78
Anexo R. Análisis de varianza para ganancia de peso durante la fase de ceba	79
Anexo S. Análisis de varianza y prueba de Tukey para conversión alimenticia	79
Anexo T. Análisis de varianza para conversión alimenticia en la fase de levante	80
Anexo U. Análisis de varianza para conversión alimenticia en la fase de ceba	80
Anexo V. Análisis de varianza para rendimiento en canal	81
Anexo W. costos para la obtención de la harina de epitelio ruminal	81
Anexo X. Valor de las materias primas y precio por kg de cada tratamiento	82

RESUMEN

Se valoró el efecto de la harina de epitelio ruminal (HER), sobre los parámetros productivos de 45 cuyes machos destetados, con peso promedio de 270 ± 50 g, en las fases de levante y ceba. Los animales se distribuyeron bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres tratamientos, 5 réplicas y tres animales por réplica. Se alimentaron sobre la base del suministro de pasto Aubade (*Lolium* sp.) y suplemento. Los tratamientos evaluados fueron: T0 dieta testigo sin inclusión de HER, T1 dieta con inclusión del 10% de HER y T2 dieta con inclusión de 5% de HER. Los parámetros productivos determinados fueron: Consumo de alimento en base seca (CABS), ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), rendimiento en canal (RC) y porcentaje de rentabilidad (PR).

Durante la fase de levante, no se detectaron diferencias significativas para la variable CABS en los tres tratamientos, mientras que para la etapa de ceba, el tratamiento T0 (2663.39 g) fue el de mayor consumo, seguido por T2 (2493.28 g) y T1 (2736.76 g). Sin embargo, el consumo durante todo el periodo investigativo (levante y ceba juntos) no reportó diferencias entre tratamientos.

La ganancia de peso para la fase de levante determinó valores de 515.73 g, 522.67 g y 533.00 g para los tratamientos T0, T1 y T2 respectivamente, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas. En la fase de ceba se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, reportando una mayor ganancia de peso del T2 (436.93 g) comparado con el T1 (312.80 g), mientras que el T0 (376.63 g) no presenta diferencias con ninguno. Para la ganancia de peso total el tratamiento T1 (835.47) fue significativamente inferior con respecto al T2 (969.93) y T0 (892.37).

La conversión alimenticia (CA) durante la fase de levante no reportó diferencias significativas entre los tratamientos. En la fase de ceba el tratamiento T2 (5.78) presentó una menor CA, en comparación a los tratamientos T0 (7.13) y T1 (7.64). La CA total presentó valores significativamente superiores en los tratamientos T1 (5.73) y T0 (5.57) con respecto del tratamiento T2 (4.89), no existiendo diferencias entre los primeros.

El rendimiento en canal encontró valores de 69.59%, 70.29% y 70.20% para los tratamientos T0, T1 y T2 respectivamente, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos.

El porcentaje de rentabilidad demostró superioridad del T2 (22.89%), seguido del T0 (13.33%) y T1 (12.57%). Los resultados indican que suplementos con inclusión de harina de epitelio ruminal en niveles del 5%, es adecuada para cuyes en las fases de levante y ceba, mientras que no es recomendable su inclusión al 10%.

ABSTRACT

We evaluated the effect of ruminal epithelium meal (HER) on productive performance of 45 male guinea pig weaned, with an average weight of 270 ± 50 g, in the east and fattening phases. The animals were distributed in a completely randomized design (CRD) with three treatments, 5 replicates and three animals per replicate. They fed on the basis of supply Aubade grass (*Lolium* sp.) And supplement. The treatments were: T0 control diet without inclusion HER, T1 diet including 10% of HER and T2 diet including 5% of HER. The productive parameters determined were: Consumption of food on a dry basis (CABS), weight gain (GP), feed conversion (CA), carcass yield (RC) and rate of return (PR).

During the lift, there were no significant differences for the variable CABS in the three treatments, while for the fattening stage, treatment T0 (2663.39 g) was the most consumed, followed by T2 (2493.28 g) and T1 (2736.76 g). However, consumption during the whole period investigated (fattening) reported no differences between treatments.

Weight gain up phase values determined 515.73 g, 522.67 g and 533.00 g for T0, T1 and T2, respectively, statistical analysis did not detect significant differences. In the priming phase statistical differences were found between treatments, reporting a greater weight gain in T2 (436.93 g) compared to T1 (312.80 g), while the T0 (376.63 g) with either no different. For the total weight gain treatment T1 (835.47) was significantly lower compared to T2 (969.93) and T0 (892.37).

Feed conversion during the lift did not report significant differences between treatments. In the priming phase of treatment T2 (5.78) had a lower CA, compared to T0 (7.13) and T1 (7.64). The total CA showed significantly higher values in treatments T1 (5.73) and T0 (5.57) with respect to T2 (4.89), with no differences among the first.

The carcass yield values found 69.59%, 70.29% and 70.20% for T0, T1 and T2, respectively; analysis of variance detected no significant differences between treatments.

The percentage of demonstrated superior performance in T2 (22.89%), followed by T0 (13.33%) and T1 (12.57%). The results indicate that supplements including ruminal epithelium flour at levels of 5% are suitable for guinea pigs at the stages of fattening up and, while not recommended for inclusion to 10%.

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie nativa de Nariño, que durante las últimas décadas ha presentado una notable evolución en los sistemas de manejo. Esto ha ayudado a mejorar los procesos productivos desarrollados en la especie. A pesar de ello, las producciones necesitan seguir un constante mejoramiento que responda a las actuales condiciones del mercado, como el incremento de la demanda, el alza de los costos de producción y las exigencias del consumidor.

En este orden de ideas, la búsqueda de programas alimenticios más eficientes, han llevado a los productores de la región a incorporar en la ración de sus animales, alimentos balanceados, buscando acelerar el proceso de crecimiento y de esta manera disminuir el tiempo de salida a los mercados. Sin embargo, los suplementos suministrados son comerciales, que aumentan los costos de producción y disminuye la productividad.

Estos costos se ven influenciados por el constante aumento de los precios de las materias primas importadas como la soya, lo que conlleva a la búsqueda de nuevos ingredientes proteicos de calidad aceptable y precios razonables, que puedan sustituirlos, disminuyendo los costos de alimentación, con un incremento de la productividad.

La inclusión de subproductos del beneficio animal en los sistemas de producción, puede aportar al mejoramiento de las producciones cuyícolas, ya sea con el incremento de parámetros productivos, disminución de los costos de producción o ambos.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Caycedo¹, menciona que la producción cuyícola es una actividad que ha adquirido importancia en las comunidades del departamento de Nariño, constituyéndose en una alternativa potencial para el desarrollo de la región. Sin embargo, al igual que las demás producciones pecuarias presenta elevados costos que minimizan su rentabilidad.

Uno de los factores que incide en esta disminución es la alimentación; según Aliaga *et al*², representa del 60 al 70% de los costos de producción. Los actuales sistemas productivos manejan animales precoces y prolíficos, los cuales demandan una mayor exigencia de requerimientos. Esto ha hecho que los productores necesiten introducir alimentos balanceados comerciales a la dieta de los animales, que les permitan suplir las deficiencias nutricionales. El aumento de materias primas de importación en la fabricación de alimentos balanceados comerciales, ha presentado un notable incremento del precio, yendo en detrimento de las ganancias del productor. De acuerdo con Miramac y Portillo³, el uso de este tipo de alimentos no se adecua a las necesidades nutricionales del cuy, pues no contempla los aportes del forraje suministrado.

Burgos y Esparza⁴, mencionan que en la región se producen materias primas energéticas como el maíz, el plátano y la yuca; además de subproductos de la industria harinera, como las mogollas y salvados de trigo; Sin embargo, la producción de materias primas de carácter proteínico es limitada y poco investigadas. Aliaga y Ensminger citados por Mattos *et al*⁵, manifiestan que dentro de la alimentación del cuy la proteína puede ser suministrada, tanto de origen vegetal como animal, siendo esta última la de mayor costo, lo cual exige del productor encontrar alternativas que permitan su disminución.

¹ CAICEDO VALLEJO, Alberto. Técnicas en la producción de cuyes. Pasto-Colombia: Universidad de Nariño, 2000. p. 3.

² ALIAGA, Luis, *et al*. Producción de Cuyes. Lima-Perú:Fondo Editorial UCSS, 2009. p. 295.

³ MIRAMAC GELPUD, Jhon y PORTILLO LÓPEZ, Paola. Valoración de la harina de frijol de desecho (*Phaseolus vulgaris*), en la productividad de los cuyes (*Cavia porcellus*), bajo un esquema estratégico de suplementación proteica durante las fases de levante y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2007. p. 26.

⁴ BURGOS, Marly y ESPARZA, Esteban. Respuesta nutricional de los cuyes en fase de levante y engorde, alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) obtenida en residuos orgánicos. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006. p25.

⁵ MATTOS, Jessika, *et al*. Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. Revista de investigación veterinaria del Perú. [online]. 14 (2) 2003. [citado el 12 enero de 2011].

Una de las preocupaciones que tiene la industria de beneficio animal, se relaciona con la disposición de los desperdicios generados y su impacto sobre el medio ambiente, para ello, se han desarrollado investigaciones conducentes al aprovechamiento de estos productos. Dentro del proceso de beneficio bovino, la limpieza y lavado de las vísceras es una labor necesaria, que permite entregar un producto con buenas condiciones sanitarias; esto ha hecho que dentro de la etapa de lavado, se obtengan una serie de subproductos, que deben ser desechados y manejados ambientalmente.

En la planta de beneficio animal FRIGOVITO S.A., la limpieza del rumen deja en el proceso cierta cantidad de epitelio ruminal, que se desecha, por no tener un proceso que permita el uso de este material. Para manejar estos desechos, el frigorífico vierte el epitelio ruminal en pozos de oxidación, exigiendo por parte de la empresa, asumir un sobre costo para su manejo, afectando negativamente el ambiente.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El elevado costo de la alimentación en producciones cuyícolas, generado por el uso de balanceados comerciales, disminuye la productividad de la empresa, haciéndola no rentable siendo causa de desmotivación de los productores. Ello amerita, el desarrollo de investigaciones en el campo de la nutrición, con miras a la obtención de información sobre materias primas no convencionales, de bajo costo y con disponibilidad en el medio, que permitan mejorar el rendimiento de los sistemas productivos.

Dentro de las alternativas disponibles, se presenta la harina de epitelio ruminal como uso en alimentación de cuyes. Sin embargo, cabe preguntarse: ¿La inclusión de harina de epitelio ruminal como ingrediente del suplemento balanceado en la alimentación de los cuyes en la fase de levante y ceba, mejora los índices de productividad?.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar nutricionalmente la harina de epitelio ruminal en alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la fase de levante y ceba.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la composición de la harina de epitelio ruminal.

Evaluar la harina de epitelio ruminal en niveles del 5 y 10% de inclusión en un suplemento para cuyes en la fase de levante y ceba mediante los siguientes parámetros: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento en canal y porcentaje de mortalidad.

Realizar un análisis parcial de costos para cada tratamiento.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL CUY

El departamento de Nariño se ha caracterizado por su dedicación a la producción cuyícola. El cuy constituye parte de la base alimentaria de los sectores rurales de la región, donde su crianza se realizaba en forma artesanal y para autoconsumo; no obstante, el incremento de la demanda de cuyes para asadero, por parte de los sectores urbanos ha impulsado la cría tecnificada de esta especie, con el fin de aumentar la oferta de animales para atender los mayores centros de consumo.

De acuerdo con Caycedo *et al*⁶, las producciones se pueden clasificar en tres sistemas de crianza teniendo en cuenta el grado de tecnología usada: el tradicional o familiar, el familiar comercial y el comercial.

El familiar se caracteriza por empleo de animales criollos, no se clasifican los animales por sexo, edad ni tamaño, su crianza se efectúa en cocinas o cualquier rincón de la casa, carece de prácticas sanitarias y de manejo, el alimento lo constituyen los residuos de cocina y pastos naturalizados, sin tener un área específica para su producción.

El familiar comercial mantiene un número de animales entre los 100 y 500, los cuales son comercializados ocasionalmente. El pie de cría está cruzado con animales mejorados, los cuyes son mantenidos por lotes agrupados por edades y sexo, se han adaptado tecnologías de manejo, cuenta con un mínimo de equipos e insumos, tienen lugares específicos para pastos, garantizando un suministro continuo, además de utilizar suplementos comerciales o elaborados.

El comercial se caracteriza por una producción técnica, utiliza alta tecnología, el pie de cría está constituido por animales mejorados, poseen instalaciones amplias y definidas por área de producción, el número de animales supera los 1000, permitiendo un suministro periódico de cuyes para asaderos, poseen pastos programados y con variedades mejoradas, con el suministro de suplementos balanceados.

⁶ CAYCEDO, Alberto, *et al*. El cuy historia, cultura y futuro de la región. Pasto Colombia: Colombia Gráfica, 2004. p. 60-62.

4.2 ANATOMÍA DIGESTIVA DEL CUY

Según Romero y Ruíz⁷, los órganos que tienen como función particular la ingestión, digestión y absorción de alimentos y elementos nutritivos comprenden la boca, dientes, lengua, esófago, estómago, intestinos, ciego y órganos accesorios de la digestión como las glándulas salivales, páncreas, hígado y vesícula biliar. El ciego se encuentra ubicado a la izquierda de la parte media, presenta una longitud promedio de 14.5 cm, ancho de 8.2 cm y volumen de 128.5 ml en fase adulta.

Según Caicedo⁸, la capacidad fermentativa del ciego es alta en comparación con otras especies animales como el conejo, pero inferior a la de los ruminantes. Por otra parte Mora⁹ manifiesta, que este provee de espacio, bacterias y enzimas que permiten la fermentación de la celulosa hasta su conversión en carbohidratos aprovechable.

4.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO¹⁰, manifiesta que el cuy es una especie herbívora monogástrica, con un ciego funcional donde realiza fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Es un animal que practica cecotrofia permitiendo versatilidad en su alimentación.

Al ser un animal herbívoro su sistema digestivo se encuentra adaptado para consumir alimentos de bajo valor nutritivo, es decir con baja concentración energética y escaso contenido en nutrientes. Sin embargo, este tipo de especies tienen buena productividad, presentando altas necesidades metabólicas.

Según Ramos¹¹, para superar éstas limitantes presentan las siguientes particularidades: la capacidad de su tracto digestivo les permite una elevada

⁷ ROMERO, Jenny y RUÍZ, Yanny. Caracterización anatómica del tracto gastrointestinal del cuy (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Medicina veterinaria. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Medicina veterinaria. 2004. p. 24.

⁸ CAICEDO VALLEJO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto-Colombia: Universidad de Nariño, 2000. p. 96.

⁹ MORA, David. Usos de la Morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. Agronomía Mesoamericana. [online]. 21 (2) 2010. [citado el 17 junio de 2011].

¹⁰ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. [online]. Universidad Nacional del Centro, Huancayo Perú 1994. [citado el 10 de enero de 2011].

¹¹ RAMOS TALMA, María. Aplicación de técnicas enzimáticas de digestión in vitro a la valoración nutritiva de piensos de conejo. Tesis de Doctorado en Veterinaria. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. 1995. p 6.

ingesta de alimento, lo cual trae consigo una ventaja frente a otro tipo de especies; presentan normalmente un rápido tránsito de la digesta, aumentando su capacidad de consumo; disponen de un mecanismo de separación de partículas que les permite eliminar rápidamente las de mayor tamaño, mientras que las de menor con las sustancia más solubles son enviadas al ciego para permanecer por más tiempo y permitir ser atacadas por enzimas bacterianas; y finalmente al ser especies que realizan cecotrofia (de origen cecal), les permite el reciclado de los productos de la fermentación microbiana en el ciego, teniendo un aporte extra de nutrientes que son disponibles para el animal.

Por otra parte Irlbeck¹², manifiesta que en especies que practican la cecotrofia, esta les permite el incremento de la digestibilidad de la proteína. Igualmente García *et al*¹³ determinaron que las especies con cecotrofia pueden aprovechar vitaminas del complejo b y vitamina k sintetizadas por los microorganismos del ciego.

4.3.1 Digestión en estómago e intestino delgado (prececal). De acuerdo con Cheeke¹⁴, la digestión de los nutrientes se realiza a lo largo del tracto gástrico antes de llegar a ciego y lo realizan distintas secreciones enzimáticas que se vierten en los diferentes compartimentos del tubo digestivo.

El mismo autor¹⁵, manifiesta que en esta etapa son hidrolizados los nutrientes más inmediatos para luego ser absorbidos en la pared intestinal. El sustrato sufre distinta degradación dependiendo donde se encuentre tanto en estómago como intestino delgado.

4.3.1.1 Digestión enzimática de la proteína. Bondi¹⁶, menciona que la digestión de la proteína comienza en el estómago, gracias a la acción del ácido clorhídrico y de la pepsina gástrica que degradan la proteína a péptidos de 10 aminoácido o menos, para permitir que luego en el tracto posterior las enzimas del intestino delgado puedan atacar el sustrato y obtener los aminoácidos necesarios para el buen desarrollo del animal.

¹² IRLBECK, N. How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract. Journal of Animal Science. [online]. 2001. 79: E343-E346.

¹³ GARCÍA *et al*. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo, Venezuela. Zootecnia Tropical. [online]. 24 (4):401-415.

¹⁴ CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza-España: Editorial Acribia, 1995. p. 33.

¹⁵ *Ibid.*, p. 34.

¹⁶ BONDI, Aron. Nutrición animal. Zaragoza-España: Acribia, S.A., 1986. p. 116-118.

4.3.2 Digestión en el ciego. Ramos¹⁷, manifiesta que los componentes del alimento no digeridos llegan al ciego, donde las bacterias se adhieren para iniciar el proceso de degradación del material disponible, los carbohidratos en su mayoría estructurales son degradados a ácidos grasos volátiles AGV, mientras que los residuos nitrogenados de la dieta y el material proteínico endógeno son transformados en nitrógeno amoniacal NH₃, para luego ser utilizado por las bacterias en la producción de proteína microbial.

“El ciego es un lugar de activo metabolismo bacteriano donde se produce energía y nutrientes extras que el animal puede aprovechar, ya sea en forma directa, por absorción de AGV y nitrógeno amoniacal NH₃, como indirecta a través de la cecotrofia”¹⁸.

4.4. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL CUY

La nutrición y la alimentación son actividades fundamentales en los sistemas de producción cuyícolas, los cuales exige, al igual que en las demás especies domésticas, una planificación adecuada que garantice una producción acorde al potencial genético de la especie.

Esto implica conocer los hábitos alimenticios del animal y la forma como transforma los alimentos, buscado mejorar la eficiencia de los nutrientes, al igual que sus necesidades nutricionales. Lo anterior permitirá la elección de un sistema de alimentación con base en forrajes o materias primas que garanticen una composición química capaz de suplir los requerimientos de la especie.

Caycedo *et al*¹⁹ manifiestan, que los forrajes constituyen la fuente principal de nutrientes: proteína, fibra, vitaminas y minerales, en especial agua y vitamina C. El cuy puede consumir en forraje verde hasta el 40% de su peso vivo. Cuando son alimentados con raciones mixtas (pastos y suplementos), las proporciones pueden ser de 70% de forraje y 30% de balanceado. Este último no necesariamente tiene que ser comercial, se puede reemplazar por cubos multinutricionales o realizarse con materias primas regionales, adecuadamente balanceadas.

“La alimentación suplementaria se utiliza para suplir deficiencias nutricionales que pueden presentar los pastos y forrajes que el cuy recibe como dieta básica. Este tipo de alimento es importante en el caso de escasez de pasto o cuando se trabaja con una población intensiva de animales. Son formulados con materias primas regionales como salvados, mogollas y afrechos de maíz, trigo, cebada, arroz, quinua, que sirven como fuentes de energía y fibra, al igual que fuentes

¹⁷ RAMOS TALMA, María. Op. cit., p. 10.

¹⁸ *Ibid.*, p. 15.

¹⁹ CAYCEDO, Alberto, *et al.* El cuy historia, cultura y futuro de la región. Op cit., p. 93.

proteínicas como tortas de soya, algodón, harina de pescado, carne etc.”²⁰

Según Caycedo *et al*²¹, el suplemento deber ser palatable, económico y de fácil adquisición y disponibilidad; además el cuy debe adaptarse a su consumo. El uso de este alimento permite un crecimiento rápido, siendo posible obtener animales para el mercado desde las 10 semanas, con pesos que superan los 1000 g, consiguiendo buena rentabilidad por su adecuada ganancia de peso.

Caycedo²², afirma que el cuy, como todas las especies animales, tiene unos requerimientos nutricionales bien definidos, los cuales deben servir de referencia para lograr una adecuada combinación de forrajes y suplementos que permitan mejorar la rentabilidad de los productores. La continua investigación en nutrición ha permitido determinar estas necesidades en los cuyes tipo carne, las cuales se pueden ver en la tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy (*Cavia porcellus*)

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Caycedo 1992.

4.4.1 Energía. Según Dávalos²³, varios trabajos en Perú demuestran que la energía es uno de los nutrientes de mayor importancia en dietas para cuyes, encontrando crecimientos superiores en cuyes alimentados con dietas con altos niveles energéticos.

²⁰ *Ibib.*, p. 94.

²¹ *Ibib.*, p. 93.

²² CAYCEDO VALLEJO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 97.

²³ DÁVALOS SARAVIA, Jorge. Investigación en nutrición y alimentación de cuyes en el Perú. *En:* (4-17 de junio de 1997, Cochabamba - Bolivia). Seminario taller sobre nuevos avances en la cuyicultura latinoamericana. Universidad Mayor de San Simón, proyecto MEJOCUY. 1997. p. 31.

La FAO²⁴, menciona que en la nutrición del cuy, los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos fibrosos y no fibrosos, que se encuentran en el contenido de alimentos vegetales.

Aliaga citado por Figueroa y Palma, afirma que:

“la energía es uno de los factores esenciales para los procesos vitales del cuy, el cual consume normalmente gran variedad de hidratos de carbono, el contenido de carbohidratos en raciones balanceadas deben variar entre 38 y 55% tratando que los nutrientes digestibles totales (NDT) sean de 65 a 70%”²⁵.

4.4.2 Proteínas. Según Churd y Pond²⁶, son los constituyentes indispensables de los organismos vivos, conforman la clase de nutrientes que se encuentran en los tejidos musculares, componentes de la sangre, enzimas y anticuerpos del animal.

De acuerdo con Caycedo:

“Las proteínas, son nutrientes indispensables en el crecimiento y desarrollo del cuy. Las investigaciones sobre el tema han permitido determinar un adecuado rendimiento con 17% de proteína para la etapa de crecimiento, 16% para desarrollo y engorde, y 18% para hembras en gestación y lactancia”²⁷.

La FAO²⁸, nos dice que es imprescindible considerar la calidad de la proteína, por lo que es necesario hacer siempre una ración con insumos alimenticios de fuentes proteicas de origen animal y vegetal. De esta manera se consigue un balance natural de aminoácidos que permitan un buen desarrollo del cuy en sus diversas fases.

²⁴ FAO. Op. cit., p. 63.

²⁵ FIGUEROA VILLOTA, Nereida y PALMA POLO, Paula. Utilización de diferentes niveles de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) en dietas para cuyes en las fases de crecimiento y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006. p. 26.

²⁶ CHURD D y POND W. Fundamentos de nutrición y alimentación animal. México D.F.: Limusa S.A, 1998. p. 483.

²⁷ CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 98.

²⁸ FAO. Op. cit., p. 55.

4.4.3 Fibra. Robinson la define como:

“componentes de la pared celular compuesta generalmente por hemicelulosa, celulosa y lignina. Se encuentra en los tallos y en las hojas de las plantas, es un material indigestible, pero representa un papel importante para el metabolismo animal, especialmente los herbívoros que pueden aprovechar este tipo de material”²⁹.

La FAO³⁰, menciona que este componente tiene importancia en la composición de la ración, debido no solo a la capacidad de digerirla, sino que favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del alimento por el tracto digestivo del cuy. Aunque en los casos donde la alimentación es mixta, su importancia se reduce debido al aporte que realizan los forrajes suministrados al animal, sin embargo, la ración balanceada debe estar entre los requerimientos de la especie.

Escobar y López citados por Lagos y Velasco reportan que:

“la fisiología y anatomía del ciego del cuy, soporta una ración conteniendo un material voluminoso permitiendo que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra”³¹.

4.5 HARINAS DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIO ANIMAL

Cramer *et al*³², menciona que el avance tecnológico en la industria del sacrificio animal ha generado la producción de gran cantidad y variedad de harinas de subproductos animales. Por otra parte Senkoğlu *et al*³³, manifiesta que estos productos normalmente se componen de vísceras, cabeza y patas, mientras que

²⁹ ROBINSON, David. Cría de conejos. Barcelona-España: Editorial hispano europea S.A., 1983.p 76.

³⁰ FAO. Op. cit., p. 63.

³¹ LAGOS BURBANO, Elizabeth y VELASCO BOLAÑOS, Andrea. Valoración de la técnica *in situ* para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2005. p. 28.

³² CRAMER, R, *et al*. Protein quality of various raw and rendered by-product meals commonly incorporated into companion animal diets. Journal of Animal Science. [online]. 2007. 85: 3285-3293 [citado el 24 mayo de 2011].

³³ SENKOĞLU, N, *et al*. Performance and egg characteristics of Laying Hens fed diets incorporated with poultry by-product and feather meals. The journal of applied poultry research. [online]. 2005. 14: 542-547. [citado el 24 mayo de 2011].

Cortes *et al*³⁴, mencionan que son procesados por métodos de secado convencional para obtener harinas de carne.

De acuerdo con Murray *et al*³⁵, estas harinas, para ser consideradas de buena calidad deberán contener de 58 a 63% de proteína cruda, 12 a 20% de extracto etéreo y de 18 a 23% de ceniza. Según Cortes *et al*³⁶, la importancia de estas harinas en dietas para animales se caracteriza por: alto volumen de producción, reducción de desperdicio de material orgánico y la incorporación de ingredientes de alta calidad nutritiva para alimentos balanceados de animales.

A pesar de presentar un buen aporte de proteína Bauza *et al*³⁷, reporta que algunos de estos subproductos presentan dificultades al momento de ser incluidos en alimentación animal, entre estos se encuentran las plumas de aves y el epitelio ruminal, sobre los cuales se reporta la presencia de queratina, que es indigestible para las enzimas animales.

Para este tipo de harinas se reporta tratamientos que permiten mejorar la disponibilidad de las proteínas presentes en la queratina, los cuales se basan en dos tipos de procesos principalmente: Kim *et al*³⁸, menciona la hidrólisis con hidróxido de sodio NaOH, mientras que Senkoğlu *et al*³⁹, el método de presurización.

Los tratamientos utilizados para mejorar la disponibilidad de la queratina se basan en provocar la hidrólisis de sus enlaces disulfuro, para obtener aminoácido o péptidos libres. Al respecto Apple *et al*⁴⁰, encontraron un aumento de digestibilidad del 75% de la proteína de plumas, cuando esta fue sometida a un proceso de autoclavado a temperaturas de 110 a 130 °C y presión de vapor de 2.5 y 3.5 kg/cm durante 90 min.

³⁴ CORTES, Arturo. Biodisponibilidad de lisina para el pollo en crecimiento de cuatro harinas de subproductos avícolas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. [online]. 2011. 2. (3): 259-266. [citado el 24 mayo de 2011].

³⁵ MURRAY, S, *et al*. Raw and rendered animal by products as ingredients in dog diets. Journal of Animal Science. [online] 1997. 75: 2497-2508.

³⁶ CORTES, Arturo, *et al*. Op. cit., p. 260.

³⁷ BAUZA, R, *et al*. Evaluación de dos tipos de hidrolizado de plumas en dietas de cerdos de engorde. Sitio argentino de producción animal. [online]. 2007. [citado el 10 de enero de 2011].

³⁸ KIM, W; LORENZ, E y PATTERSON, P. Effect of enzymatic and chemical treatments on feather solubility and digestibility. Poultry science. [online]. 2002. 81: 95-98. [Citado el 24 mayo de 2011].

³⁹ SENKOĞLU, N, *et al*. Op. cit., p. 543.

⁴⁰ APPLE, J, *et al* Effect of feather meal on live animal performance and carcass quality and composition. Journal of Animal Science. [online]. 2003. 81: 172-181. [Citado el 24 mayo de 2011].

Sin embargo, Denton *et al*⁴¹, manifiesta que el uso de harinas de origen animal fue restringido como alimento para especies destinadas al consumo humano en la Unión Europea, debido a la aparición de la enfermedad de Encefalopatía Espongiforme Bovina. Por otra parte en varios países como China, Estados Unidos y Colombia la harina de carne se sigue usando en la nutrición animal.

4.6 OBTENCIÓN Y USO DE LA HARINA DE CARNE

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), mediante resolución 2028 de 2002, regula la fabricación de harina de carne como materia prima en alimentación animal, otorgando las siguientes características en su procesamiento:

- a) Las plantas dedicadas a la producción de harinas de carne, de sangre, de hueso vaporizadas, de carne y hueso y de despojos de mamíferos, deberán contar con equipos que garanticen temperaturas de 133 °C, presiones de 3 bares (43,5 lb de presión por pulgada cuadrada PSI) por lo menos durante 20 minutos o cualquier otro procedimiento que inactive los agentes causales de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB)⁴².

Por otra parte el ICA⁴³, en uso de sus facultades legales mediante resolución 0991 de 1 junio de 2001, prohíbe el uso de harina de carne, de sangre, de hueso (vaporizadas), de carne y hueso y de despojos de mamíferos para la alimentación de rumiantes.

4.7 GENERALIDADES DEL RUMEN

Dyce, Sack y Wensinc, mencionan:

“El rumen, constituye embriológicamente una dilatación esofágica al igual que los otros compartimientos de los rumiantes como retículo y omaso. Su coloración es café marrón-verdosa; el piso del surco reticular es liso y pálido.”⁴⁴

⁴¹ DENTON, J, *et al*. Historical and scientific perspectives of same species feeding of animal by-products. The journal of applied poultry research. [online]. 2005. 14:352-361. [Citado el 24 mayo de 2011].

⁴² COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 02028 (6, septiembre, 2002). Por la cual se establecen los requisitos para el registro de productores de harinas de origen animal. Bogotá D.C. 2002. p. 1.

⁴³ COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 0991(1, junio, 2001). Por medio de la cual se prohíbe el uso de harinas de carne, de sangre, de hueso (vaporizado), de carne y hueso y de despojos de mamíferos para la alimentación de rumiantes. Bogotá D.C. 2001. p. 1.

⁴⁴. DYCE, K; SACK, W y WENSING, C. Anatomía veterinaria. 3 ed. Madrid-España: El Manual Moderno, 2007. p. 25.

El mismo autor⁴⁵, manifiesta que está constituido por un epitelio estratificado cornificado, es aglandular, aunque presenta tejido conjuntivo denso, presentando en su composición colágeno y queratina dándole una fuerte estabilidad y resistencia a la abrasión.

4.7.1 Generalidades colágeno y queratina. Según Calvo⁴⁶, las escleroproteínas, fueron definidas originalmente como proteínas insolubles de las células y de los tejidos. Su estructura es fibrosa como las de las proteínas musculares. Los colágenos y las queratinas son las dos clases más importantes de las escleroproteínas. Se diferencian unas de las otras por su composición en aminoácidos, su conformación, su espectro de difracción por rayos X a gran amplitud angular y su origen.

4.7.1.1 Colágeno. Según el mismo autor⁴⁷, es la proteína estructural de los tejidos conectivos. Se presentan principalmente en los tendones, huesos y ligamentos; se encuentran en la piel, en la dermis. El colágeno es muy rico en glicina y prolina y es la única proteína que contiene grandes cantidades de hidroxiprolina. En contraste con la queratina, no tiene cisteína ni triptófano y contiene solo muy pequeñas cantidades de tirosina y metionina.

4.7.1.2 Queratina. Bauza *et al*⁴⁸, nos dice que es una proteína de tipo fibroso cuyas cadenas polipeptídicas se ordenan en filamentos, tienen una estructura secundaria en la que forma enlaces disulfuros que estabilizan la estructura e impiden el ataque por enzimas digestivas de animales superiores.

4.7.2 Generalidades de epitelio de rumen extraído en las plantas de beneficio. Resulta de la limpieza del rumen del ganado bovino, de acuerdo con Dyce, Sack y Wensinc⁴⁹ es un material con alto contenido de sebo y alta resistencia a la abrasión, posee pigmentos de forraje adheridos a su superficie por lo cual su aspecto general va desde café marrón a verde oscuro.

Para la extracción de este material se realiza el siguiente protocolo, estandarizado por la planta de beneficio animal FRIGOVITO S.A., que se encuentra en la guía de procedimientos de la empresa:

⁴⁵ *Ibib.*, p. 27.

⁴⁶ CALVO, Miguel. Bioquímica de los alimentos. [online]. Universidad de Zaragoza, España. 2009. [citado el 15 de enero de 2011].

⁴⁷ *Ibib.*, p.1.

⁴⁸ BAUZA, *et al.* Op. Cit., p. 1.

⁴⁹ DYCE, K; SACK, W y WENSING, C. Op cit., p. 27.

- a) llegada del rumen a la sala de procesamiento.
- b) extracción del contenido ruminal.
- c) lavado del rumen en tanques de agua.
- d) incorporación del rumen a escaldadora con 350 revoluciones por minuto, mientras se suministra agua caliente a una temperatura de 75°C por un periodo de 10 minutos.
- e) desprendimiento del epitelio por la acción conjunta de la centrifugación y la incorporación de agua caliente dentro de la escaldadora.
- f) recepción del epitelio ruminal en canastilla.
- g) Desecho del material en posos de oxidación.

En la tabla 2, se presenta la cantidad de material producido diariamente en la planta de beneficio de animales FRIGOVITO S.A., el número de animales sacrificados, el promedio de epitelio ruminal extraído por animal y la cantidad de harina de epitelio que se obtiene durante una semana.

Tabla 2. Cantidad de epitelio ruminal planta de beneficio Frigovito S.A.

Día	Cantidad kg	Nº anim sacr*	Prom animal**
Lunes	78	90	0.87
Martes	83	104	0.8
Miércoles	56	68	0.82
Jueves	43	56	0.77
4 días	260	308	-
promedio	65	77	0.85

* Número de animales sacrificados.

** Promedio de epitelio por animal.

4.7 PASTO AUBADE (*Lolium sp*)

De acuerdo con Caycedo⁵⁰, Es un raigrás tetraploide adaptado a alturas comprendidas entre los 2000 y 3000 msnm, es muy exigente en humedad y tiene una producción aproximada de 110 a 130 tn de forraje verde por ha/año.

El mismo autor⁵¹, referencia que es un pasto muy cultivado en las zonas altas de Nariño, tanto en sistemas de producción familiar como comerciales, presenta buena aceptabilidad por parte del cuy, consumiendo entre 500 a 600 gramos por animal sin suplemento. Varias investigaciones han reportado buenos resultados en combinación con otro tipo de forrajes; tales como pasto kikuyo, brasilero y alfalfa. Igualmente tiene buenos resultados cuando es suplementado, especialmente en hembras en gestación y lactancia.

Los análisis bromatológicos reportan un contenido de proteína bruta de 20.33%, energía bruta de 2590 Kcal/ kg y fibra bruta de 18.97%*.

De acuerdo con investigaciones sobre el consumo de pasto Aubade y su rendimiento; Arroyo y Fajardo.⁵², reportan que el grado de aceptación del pasto en animales gestantes se estima en 76.85% y ganancias diarias de peso de 3.72 g.

Burgos y luna⁵³, reportan para cuyes tipo carne, una digestibilidad de 63.69%, 67.65% y 47.81% para materia seca, proteína y extracto etéreo respectivamente.

En la tabla numero 3 Delgado y Zambrano⁵⁴, muestran los resultados obtenidos sobre el consumo de pasto Aubade desde el destete hasta la ceba.

⁵⁰ CAYCEDO VALLEJO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 133.

⁵¹ Ibid., p. 134.

(*) Laboratorios Especializados. Laboratorios de bromatología. Universidad de Nariño.

⁵² ARROYO, L y FAJARDO J. Evaluación nutritiva de cuatro niveles de hoja de calabaza (*Curcubita pepo*), en la alimentación de cuyes durante la fase reproductiva. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1998. p. 45.

⁵³ BURGOS, A y LUNA, J. Digestibilidad aparente de los pastos tetralite y aubade en cuyes tipo carne. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1984. p. 25.

⁵⁴ DELGADO, Crisoly y ZAMBRANO, María. Utilización de diferentes niveles de heno de forraje de avena (*Avena sativa*, L) como suplemento al pasto Aubade (*Lolium sp*) en la alimentación de cuyes de engorde (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1994. p. 59.

Tabla 3. Consumo de pasto Aubade periodo destete-ceba.

Edad	CMS (g)
15	41.11
30	48.83
45	58.22
60	69.25
75	78.94

* CMS= consumo de materia seca
Fuente: Delgado y Zambrano, 1994.

De acuerdo con Azza y Villota⁵⁵, los parámetros de consumo de materia seca, incremento diario de peso y conversión alimenticia para el pasto aubade son de 50.57 g, 9.49 g y 5.32 respectivamente. Mientras que Lucero y Lucero citados por Caycedo⁵⁶, reportan para los mismos parámetros valores de 58.42 g, 10.50 g y 5.73 respectivamente. Hay que aclarar que para las dos investigaciones se suministró suplemento comercial, pero el valor de consumo de materia seca que se reporta incluye solo al forraje.

⁵⁵ AZZA, Luís y VILLOTA, Luís. Utilización de tres niveles de afrecho de cebada en la alimentación de cuyes de engorde (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1986. p. 28.

⁵⁶ CAYCEDO VALLEJO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 178.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental de Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el corregimiento de Catambuco, vereda Botana, a 7 Km de la ciudad de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño, a una altura de 2860 msnm con una temperatura de 14 °C y precipitación media anual de 715 mm*.

5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Se usaron 4 jaulas metálicas con piso de malla y bandejas de zinc para recolección de excretas, con dimensiones de 2m x 1m x 0.5 m; con comedero de forraje que divide la jaula en dos y su respectivo comedero para suplemento⁵⁷.

En cada jaula fueron alojados 12 animales, divididos en 4 grupos de 3 animales cada uno.

Para la extracción y posterior fabricación de la harina, se usó una escaldadora modelo 560EM con capacidad de 50 kg, un biodigestor (cooker) ASPcali con capacidad de 800 kg de materia prima, con manejo de temperaturas superiores a 110°C y presión de 8 bares. Ambas de propiedad de la empresa FRIGOVITO S.A.

Para el pesaje de pasto, balanceado y animales, se usó una balanza RANGER EK 5055 con capacidad de 5 kg.y pesaje mínimo de 1g.

5.3 ANIMALES

Se utilizaron 45 cuyes machos destetos de línea mejorada, con un peso promedio de 270 ± 50 g, procedentes de la granja experimental Botana.

(*) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). San Juan de Pasto (información personal)

⁵⁷ CAYCEDO VALLEJO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 57.

5.4 PERIODO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se desarrollo en un periodo experimental de 75 días, de los cuales 5 días fueron de adaptación a la ración y los 70 restantes, correspondieron a la etapa experimental.

5.5 ALIMENTACIÓN

Los animales fueron alimentados con pasto Aubade y suplemento, se suministró diariamente 300 g de pasto y 20 g de suplemento en la fase de levante y 500 g de pasto y 40 g de suplemento en la fase de ceba⁵⁸.

Para el balanceo del suplemento, se usó el programa Solver de Microsoft Excel a mínimo costo, con las siguientes restricciones: inclusión de 0, 5 y 10% de Epitelio Ruminal para los tratamiento T0, T2 y T1 respectivamente; proteína para los tres tratamiento del 18% y energía de 3000 Kcal ED/kg. A continuación se muestra la tabla composicional de cada uno de los tratamientos y los aportes teóricos calculados.

Tabla 4. Composición del suplemento en los diferentes tratamientos.

Materia prima	Cantidad en 100 kg por tratamiento		
	T0	T1	T2
Maíz	36.4	25.6	31.2
Mogolla trigo	33.1	47.6	40.7
Torta Soya	20.0	6.70	12.9
Epitelio ruminal	0.00	10.00	5.00
CaCO ₂	1.7	1.3	1.4
Sal	0.4	0.3	0.4
Melaza	8.0	8.00	8.00
Premezcla	0.5	0.5	0.5
Total	100.0	100.0	100.
APORTE TEÓRICO			
Proteína %	18	18	18
ED kcal /kg	3000	3000	3000

⁵⁸ RAMOS OBANDO, Lesvy. Manejo sostenible del cuy. En: Encuentro internacional de monogástricos (10: 23-24, noviembre: San Juan de Pasto, Nariño). Memorias. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2009. p. 26.

Los animales fueron alimentados dos veces al día de la siguiente manera: suministro del 100% de suplemento, más 50% de pasto a las 7:30 am y 50% del pasto restante a la 1:30 pm. La recolección y pesaje del desperdicio se realizó a las 7:00 am, antes del suministro el alimento matutino.

5.6 MANEJO

Los animales permanecieron en las jaulas durante todo el período experimental, separados por tratamiento. Se realizó una desparasitación con Eprinomectina a razón de 0.05 ml (1 gota) por animal, vía cutánea al momento del destete. Previo al inicio de la investigación, las instalaciones fueron lavadas y desinfectadas con yodo.

5.7 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL

Para la obtención de la harina se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Se recolectó el material en canastas plásticas, una vez salido de la escaldadora.
- ✓ Se secó el material recolectado en un invernadero, con cubículos de malla que permitan la escorrentía de lixiviados, se volteó dos veces al día, por un periodo de una semana.
- ✓ Se llevó el material a biodigestor (cooker), y se procesó la muestra por 4 horas, con temperaturas promedio de 133 °C y 7 bares de presión.
- ✓ Se extrajo el material y se procesó en un molino manual marca Corona, con la obtención de partículas de 1 mm aproximadamente.

5.8 TRATAMIENTOS

T0 = Pasto Aubade (*Lolium sp*) + suplemento sin Epitelio Ruminal

T1 = Pasto Aubade (*Lolium sp*) + suplemento con 10% de Epitelio Ruminal

T2 = Pasto Aubade (*Lolium sp*) + suplemento con 5% de Epitelio Ruminal

5.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se adoptó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos, 5 repeticiones por tratamiento y 3 animales por réplica.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} =	Variable de respuesta
μ =	Media o promedio de los datos del experimento
T_i =	Efecto de los tratamientos
E_{ij} =	Efectos del error experimental

5.10 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Para el análisis estadístico se usó un análisis de varianza donde se determinó las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_T$$

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas en las variables a evaluar.

Hipótesis alterna

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots = \mu_T$$

La media de los tratamientos no es igual, por lo tanto, al menos uno de los tratamientos muestra diferencias significativas en los promedios de las variables.

Los resultados de las variables del experimento se analizaron con la ayuda del procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS, versión 9.1. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey.

5.11 VARIABLES EVALUADAS

5.11.1 Consumo de alimento. Se determinó por diferencia; entre la cantidad de alimento ofrecido y el rechazado. Tanto para pasto como para suplemento.

5.11.2 Ganancia de peso. Se tomó el peso inicial y final de cada fase. La ganancia de peso para levante y luego ceba se estimó a partir de la diferencia entre el peso final menos el peso inicial.

$$GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

5.11.3 Conversión alimenticia. Se calculó al dividir el total de alimento consumido (suplemento más forraje en base seca) en cada una de las fases entre la ganancia de peso del animal alcanzado en la misma.

$$C.A = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}}$$

5.11.4 Rendimiento en la canal. De cada tratamiento se escogieron al azar 2 animales, los cuales fueron sometidos a un ayuno de 12 horas. Posteriormente, se insensibilizaron por dislocación de la nuca para luego ser desangrados. La canal incluyó cabeza y extremidades. Para determinar el peso de la canal se descontó sangre, pelo y viseras tanto rojas y blancas. Luego se comparó el peso de la canal con el peso en pie del animal de la siguiente manera:

$$RC = \frac{P.C}{P.V} \times 100$$

RC = rendimiento en canal

P.C = peso en canal

P.V = peso en pie

5.11.5 Porcentaje de mortalidad. Se determinó comparando el número de animales muertos por tratamiento al final de cada fase, sobre el número total de animales que iniciaron el tratamiento así:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Número de animales muertos por tratamiento}}{\text{Número de Animales vivos por tratamiento}} \times 100$$

5.12 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

Se determinó por medio de la metodología de *costo/beneficio*, tomando en cuenta: costos fijos (compra de animales y mano de obra), costos variables (alimentación: forraje y suplemento, medicamentos y desinfectantes), ingresos (peso final de los tratamientos por el precio en g de cuy) y rentabilidad (ingreso neto sobre costos totales).

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL EPITELIO RUMINAL Y PASTO AUBADE

En la tabla 5 se presenta la composición obtenida del análisis proximal de muestras representativas de epitelio ruminal y pasto Aubade.

Tabla 5. Análisis bromatológico pasto Aubade y epitelio ruminal.

Parámetro	Unidad de medida	Epitelio ruminal	Pasto Aubade
Materia seca	g/100g	94.70	16.3
Ceniza	g/100g	6.29	11.9
Extracto Etéreo	g/100g	38.00	2.61
Proteína	g/100g	51.00	14.5
Fibra cruda	g/100g	-	33.1
Extracto no nitrogenado	g/100g	-	37.9
Energía	Kcal/100g	674	397
Ca	g/100g	0.465	0.26
P	g/100g	0.448	0.43

6.1.1 Harina de Epitelio Ruminal. El análisis composicional de la harina presenta un porcentaje de proteína del 51%, considerándose alto (anexo A). De acuerdo con la Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)⁵⁹, la harina de epitelio ruminal, se podría clasificar en el grupo de harinas de carne grasa, con niveles superiores al 15%. El porcentaje de proteína bruta es similar a otras harinas de origen animal; al respecto Cheeke⁶⁰, reporta para harina de pescado un valor entre 50-60%, mientras que Burgos y Esparza⁶¹, obtuvieron valores de 68.63% para harina de lombriz y Sánchez⁶², determinó 50% para harinas de carne.

El análisis de la harina de epitelio ruminal reportó un alto contenido de extracto etéreo, 38%, como se observa en la tabla 5. De acuerdo con Sánchez⁶³, las

⁵⁹ SÁNCHEZ, Félix. Procesado y calidad de las harinas de carne, carnes desengrasadas y carnes ricas en grasas. En: Curso de especialización FEDNA. (9: 8-9 noviembre: Barcelona). Memorias. Barcelona. FEDNA. 1993. p. 1-27.

⁶⁰ CHEEKE. Op. Cit., p. 185.

⁶¹ BURGOS, Marly y ESPARZA, Esteban. Op. cit., p. 56.

⁶² SÁNCHEZ, Felix. Op. Cit., p. 14.

⁶³ Ibid., p. 8.

harinas de carne poseen por lo general valores inferiores, debido a que estas son sometidas a un proceso de extracción de grasa por métodos químicos y mecánicos. Para la muestra usada en la investigación no se realizó ningún tipo de extracción del material, hecho que determinó el porcentaje presentado por la harina de epitelio ruminal.

La harina de epitelio ruminal presentó un valor energético de 6740 Kcal EB/kg, este valor es superior a materias primas de origen animal, esto posiblemente se debió a un mayor porcentaje de extracto etéreo. Al respecto Cheeke⁶⁴, menciona que la energía producida por un gramo de grasa es superior al producido por otro tipo de nutrientes. Si comparamos los resultados de energía de la harina, se observa un valor intermedio entre materias primas proteínicas, para las cuales Sánchez⁶⁵ reporta valores de 350 a 400 kcal EB/100 g MS, y grasas con valores que se encuentran entre 800 y 900 kcal EB/100 g MS. Para el cálculo de la energía digestible del material se usó la fórmula de Dold y Blas para harinas de carne reportada por FEDNA⁶⁶, $-910 + 86.3 (EE \% MS) + 44.8(PB \% MS)$. Con ella se obtuvo un valor de 4848.13 Kcal ED/Kg MS. Este valor supera a las necesidades energéticas del animal, que de acuerdo con Caycedo están alrededor de 2800 Kcal ED/kg, de esta forma se obtiene con la inclusión, mejores niveles de energía en la ración.

6.1.2 Pasto Aubade (*Lolium sp.*). La materia seca del pasto fue de 16.3% (tabla 5) encontrándose dentro del rango presentado en diversas investigaciones (anexo B y C). Morales y Reyes⁶⁷, reportan un valor de 13.10%, llegando a reportes de 16.82% por Miramac y Portillo.⁶⁸ Mientras que Caycedo⁶⁹, reporta valores de 15.39%.

El análisis del pasto Aubade reporta un valor de 14.5% de proteína, siendo bajo en comparación a lo reportado por Caycedo⁷⁰, de 20.33%, sin embargo, Morales y Reyes⁷¹, encontraron valores entre el 13.1% y 18.55%. Esta variabilidad posiblemente se deba a los siguientes factores: el nivel de fertilización, el tipo de labranza, la madurez del pasto, la cantidad de lluvias presentes en el lugar. Con el nivel reportado en la presente investigación no se cubre el requerimiento de

⁶⁴ CHEEKE. Op. Cit., p. 3.

⁶⁵ SÁNCHEZ, Félix. Op. Cit. p. 8.

⁶⁶ *Ibib.*, p. 2.

⁶⁷ MORALES, Marcelo y REYES, Fabio. Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) tipo carne con un sistema de crianza en jaulas individuales. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1994. p. 59.

⁶⁸ MIRAMAC y PORTILLO. Op. cit., p. 55.

⁶⁹ CAYCEDO. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Op. cit., p. 112.

⁷⁰ *Ibib.*, p. 133.

⁷¹ MORALES y REYES. Op. Cit. p.41.

proteína del cuy en las fases estudiadas, dado que el mínimo requerimiento para las fases está en 17%, lo anterior muestra la necesidad de suplementar al animal para obtener mejores rendimientos (anexo D).

El valor energético calculado fue de 2417.12 Kcal ED/kg MS. Lo cual indica un aporte deficiente, en referencia al requerimiento mencionado por Caycedo⁷² de 2800 Kcal ED/kg (anexo D). Esto permite sostener que el pasto necesita ser suplementado para lograr mejor respuesta del animal al suministro del forraje.

El análisis de la fibra cruda del pasto reportó un porcentaje del 33.1, este valor es superior a los reportes de Caicedo⁷³, de 14.21% y 18.97%. El momento de corte del forraje no fue el más recomendable, dado que posiblemente el pasto, entre otras razones, presentó un proceso de lignificación, el cual pudo originar un incremento del porcentaje de fibra. El aporte permite cubrir el requerimiento, que se encuentra en el 10% según lo reporta Caycedo⁷⁴, sin embargo, se puede observar un exceso de fibra, el cual posiblemente disminuyó la calidad del pasto suministrado a los cuyes (anexo D).

6.2 SUPLEMENTOS PARA CADA TRATAMIENTO

Como se aprecia en la tabla 6 y en los anexos E, F y G, los niveles de materia seca de los suplementos fueron similares, presentando valores de 86% a 89%, estos reportes se acercan a lo manifestado por Churd y Pond⁷⁵ quienes indican un porcentaje mínimo de materia seca de 87 para este tipo de suplementos; a pesar de existir una disminución en el tratamiento T2 (tabla 6), esta no alteró el suplemento, por cuanto no existió ningún proceso de fermentación o presencia de hongos que diera indicios sobre el deterioro del suplemento a causa de un exceso de humedad.

En cuanto al análisis de energía digestible por kilogramo de materia seca, los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron valores de 2950, 3158 y 3095 respectivamente. El tratamiento testigo mostró disminución de la energía digestible en comparación a los tratamientos con inclusión de harina de epitelio ruminal, posiblemente un porcentaje menor de extracto etéreo del testigo en comparación con los otros tratamientos, hizo que la energía disminuyera.

⁷² CAYCEDO. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Op Cit., p. 58.

⁷³ *Ibid.*, p. 35.

⁷⁴ *Ibid.*, p. 25.

⁷⁵ Churd y Pond. Op. cit., p. 392.

Tabla 6. Composición bromatológica de los suplementos.

TRAT	MS (g/100g)	CENZ (g/100 g)	EE (g/100 g)	FC (g/100 g)	PC (g/100 g)	ENN (g/100 g)	EB (Kcal/100 g)
T0	87.5	5.55	3.61	5.75	18.4	66.6	424
T1	89	6.97	7.53	8.64	18.9	57.9	447
T2	86.7	6.49	5.9	8.86	18.8	60	447

El análisis de extracto etéreo de la harina de epitelio ruminal muestra valores diferentes para los tres tratamientos, observándose un aumento cuando se incrementa el nivel de inclusión de harina; este comportamiento posiblemente se deba a que la harina no fue desengrasada, haciendo que el aporte del material sea significativo y pueda manifestarse en el análisis del suplemento con inclusión de la harina.

El reporte de proteína se encuentra entre 18.4% y 18.9%, existiendo una diferencia de 0.5. Esto garantizó que las variables evaluadas en el trabajo investigativo no se vean afectadas por el nivel proteico de los suplementos.

En cuanto a la fibra, el análisis proximal muestra porcentajes de 5.75, 8.64 y 8.86 para T0, T1 y T2 respectivamente. Se observa un valor más alto de los tratamientos con inclusión de harina de epitelio ruminal en comparación al tratamiento testigo, estos resultados son congruentes con lo reportado para la harina de epitelio ruminal, la cual presentó dificultades en la determinación de la fibra, hecho que posiblemente repercutió en el presente análisis.

6.3 CONSUMO DE ALIMENTO

6.3.1 Consumo de materia seca del suplemento. El consumo de suplemento para la fase de levante fue de 823,78 g, 741,79 g y 773,36 g para los tratamientos T0, T1 y T2 (figura 1). El análisis de varianza reportó la existencia de diferencias significativas a un nivel de 0,05 (anexo J). La prueba de Tukey indica que el tratamiento T0 es superior al T1; mientras que el T2 no presentó diferencia con los otros dos.

Figura 1. Consumo de materia seca del suplemento en fase de levante

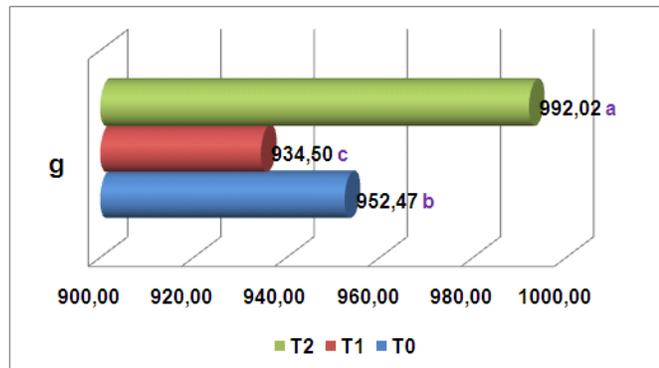


El consumo durante la fase de levante es superior para el tratamiento testigo en comparación con el tratamiento de mayor inclusión de harina epitelio ruminal (T1). Posiblemente la disminución en la ingestión de suplemento por parte de los cuyes, se deba a un aumento en la incorporación de harina, la cual está a un porcentaje del 10% para el tratamiento T1. Al parecer, una mayor inclusión modifica la palatabilidad del suplemento, siendo desfavorable para el consumo. Al respecto, Bondi⁷⁶ manifiesta, que la selección de alimentos se basa en aspectos sensoriales, siendo los sentidos de gusto y olfato de gran importancia, concluyendo que la apetecibilidad puede modificar considerablemente la ingestión de alimento en determinadas circunstancias. Sin embargo, cuando la inclusión se disminuye a un 5%, se observa una mayor aceptación del suplemento por parte de los animales, dado que estadísticamente el suplemento con este nivel de inclusión no presentó diferencias con el tratamiento testigo, corroborando que el incremento de harina de epitelio ruminal en el suplemento tiene efectos sobre el consumo en la fase de levante.

Para la etapa de ceba, el consumo de los tratamientos T0, T1 y T2 fueron de 952.47 g, 934.50 g y 992.02 g respectivamente (figura 2), el análisis de varianza reportó diferencias significativas para estos tratamientos y la prueba de Tukey mostró diferencia entre los tres, existiendo un mayor consumo de T2, seguido del T0 y T1 (anexo K).

⁷⁶ BONDI, Aron. Op. cit., p. 492.

Figura 2. Consumo de materia seca del suplemento en fase de ceba.



Lo anterior permite suponer que la inclusión de 5% de harina de epitelio ruminal en el suplemento, mejora el consumo en la fase de ceba; este efecto, posiblemente se deba al acostumbramiento de los animales al alimento suministrado, observando un aumento en el consumo con la incorporación de materias primas de origen animal y vegetal. Al respecto, Churd y Pond⁷⁷ encontraron una mejor respuesta de los animales cuando se utiliza harina de carne como una parte y no como la totalidad del complemento proteico. Si bien la inclusión de 5% de harina de epitelio ruminal, mejora el consumo de suplemento, la incorporación del 10% disminuye su consumo, demostrando que a este nivel se afecta la palatabilidad del alimento durante esta fase.

En investigaciones realizadas por Torres *et al*⁷⁸, se observó un consumo total de suplemento de 1761 g (fases de levante y ceba), para animales de raza mejorada en el Perú, alimentados con suplemento comercial y maíz chala, mientras que Chamorro y Mora⁷⁹, reportan un consumo de 1925 para animales de raza mejorada de Nariño, sustituyendo maíz por harina de guineo en el suplemento, también Burgos y Esparza⁸⁰, reportan un consumo de 1887.12 para cuyes suplementados, a los cuales se les reemplazó el 50% de torta de soya por harina de lombriz Roja Californiana. El análisis de varianza para consumo total de materia seca, muestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, la prueba de Tukey de comparación de medias indica que el

⁷⁷ CHURD, D y POND, W. Op. cit. p. 335.

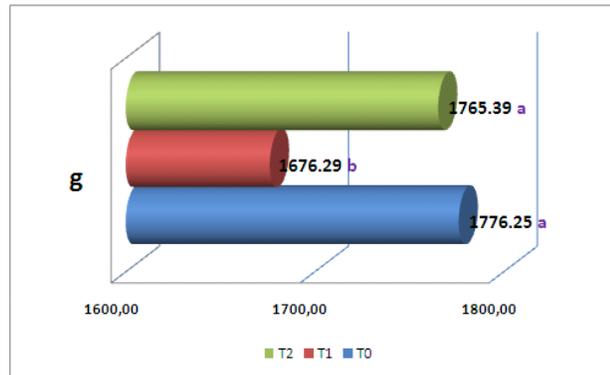
⁷⁸ TORRES, Eduardo. *et al*. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en dietas de crecimiento y engorde en cuyes machos. *En*: Reunión anual de la asociación peruana de producción animal (2006: Junín). Trabajos de investigación. Perú. INIA. 2006. p. 22.

⁷⁹ CHAMORRO, Rodolfo y MORA, Carmen. Sustitución de maíz (*Zea maíz*) por harina de guineo como fuente de energía en suplementos para cuyes (*Cavia porcellus*) durante las fases de levante y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto. Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1994. p. 53.

⁸⁰ BURGOS, Marly y ESPARZA, Esteban. Op. cit., p. 68.

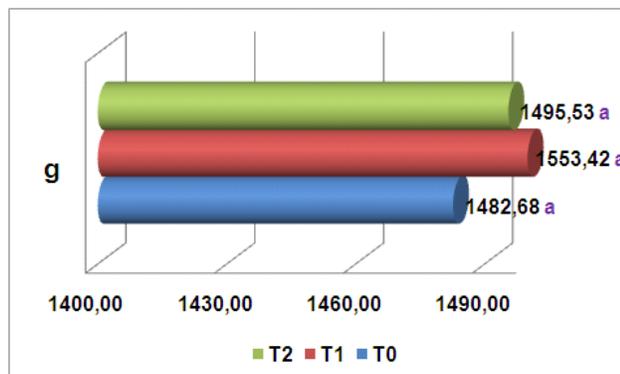
tratamiento T1 presenta el menor consumo total a un nivel de significancia del 0.05 (figura 3 y anexo I

Figura 3. Consumo total de suplemento en materia seca.



6.3.2 Consumo de materia seca del forraje. En fase de levante, se encontraron valores de consumo de materia seca del forraje de 1482.68 g para el T0, 1553.42 g para T1 y 1495.53 g para T2 (figura 4). El análisis estadístico no reportó diferencias entre los tratamientos (anexo M), con lo anterior se puede afirmar que, el uso de harina de epitelio ruminal incluido en el suplemento, a un 5% y 10%, no afecta el consumo de forraje, al compararlo con un testigo.

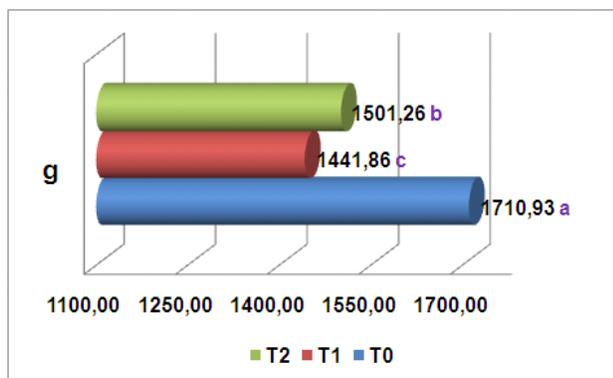
Figura 4. Consumo de materia seca del forraje en fase de levante.



En la fase de ceba, el análisis de varianza (anexo N y figura 5), encontró diferencias significativas para el consumo de MS del forraje, y la prueba de Tukey detectó que el tratamiento T0 (1710.93 g) fue el de mayor consumo, seguido por el T2 (1501.26 g) y el T1 (1441.86 g). Para los tratamientos T0 y T2, ésta respuesta

puede deberse al consumo de MS del balanceado, porque afecta el consumo de forraje, y es superior en el tratamiento T2 respecto del T0. Este comportamiento, puede estar sujeto al ajuste que realiza el animal, como mecanismo de obtención de los nutrientes requeridos. Por otra parte, el tratamiento con la mayor inclusión de harina de epitelio ruminal, tuvo un menor consumo de forraje, incluso por debajo de T2; quizá debido al efecto del nivel de extracto etéreo del suplemento, que pudo generar esta respuesta en el animal, lo que se complementa con lo afirmado por Caycedo⁸¹, quien reporta, que al cuy se le dificulta el consumo de grasas saturadas, por su baja digestibilidad.

Figura 5. Consumo de materia seca del forraje en la fase de ceba.



En la figura 6, se muestra el consumo total de forraje en materia seca (fases de levante y ceba). Para esta variable, el análisis de varianza no presenta diferencias significativas (anexo L). Los valores encontrados son menores a los reportados por Morales y Reyes⁸², quienes encontraron un consumo de 3436.95 g, para animales alimentados con pasto Aubade y suplemento comercial, mientras que Burgos y Esparza⁸³, obtuvieron un consumo de 3487.78 g con el suministro de un suplemento, al reemplazar el 100% de la torta de soya por harina de lombriz. Una posible explicación de este consumo, está relacionado con el mayor nivel energético de los suplementos en esta investigación. Al respecto, Caballero⁸⁴ demostró que el cuy regula su consumo de acuerdo con el nivel energético de la ración, encontrando una mayor ingestión de materia seca en cuyes alimentados con menores concentraciones de energía; suministros de 2.2 Mcal ED/Kg MS

⁸¹ CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en cuyes. Op. cit. p. 45.

⁸² MORALES, Marcelo y REYES, Fabio. Op. cit., p. 45

⁸³ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 68.

⁸⁴ CABALLERO. programa de alimentación y formulación de raciones para cuyes. En: Reunión anual de la asociación peruana de producción animal (2006: Junín). Trabajos de investigación. Perú. INIA. 2006. p. 12.

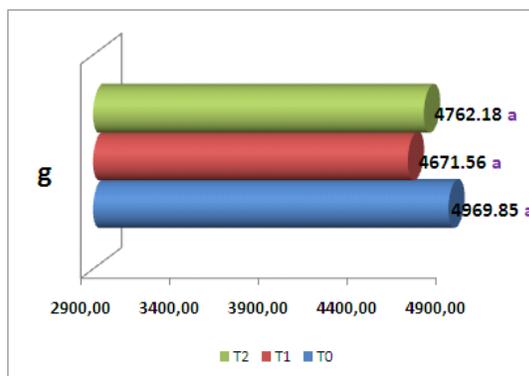
alcanzaron consumos de MS del 6.8% del peso vivo, mientras que niveles de 3.1 Mcal/Kg MS, solo el 5%.

Figura 6. Consumo total de materia seca del forraje.



6.3.3 Consumo de materia seca de forraje y suplemento. A pesar de existir diferencias en los consumos de suplemento y forraje, no se afectó el consumo total de materia seca en los tratamientos (figura 7). El análisis de varianza no detectó diferencias significativas (anexo Ñ), siendo similares los consumos para los tres tratamientos.

Figura 7. Consumo total de materia seca.



El consumo total de alimento (forraje y suplemento) en la fase de levante, no mostró diferencias significativas (figura 8 y anexo O), sin embargo, para la fase de ceba si se encontraron diferencias entre los tratamientos (figura 9 y anexo P). La prueba de Tukey encontró que los tres tratamientos son distintos, con un mayor consumo en el tratamiento T0, seguido por el T2 y T1, respectivamente. Al

respecto Díaz y Zambrano, reportaron un consumo de 4865 g durante las fases de levante y ceba de cuyes, alimentados con pasto Aubade y suplemento comercial.

Figura 8. Consumo total de materia seca durante la fase de levante.

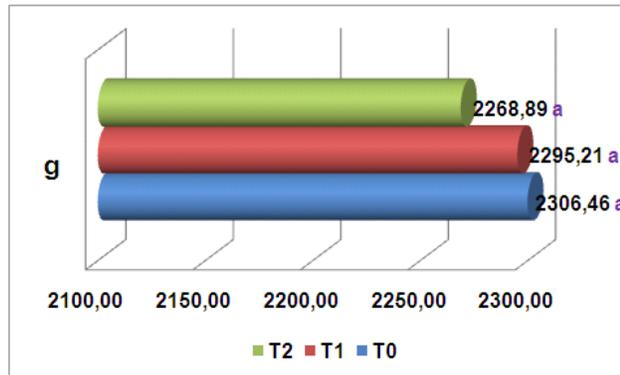
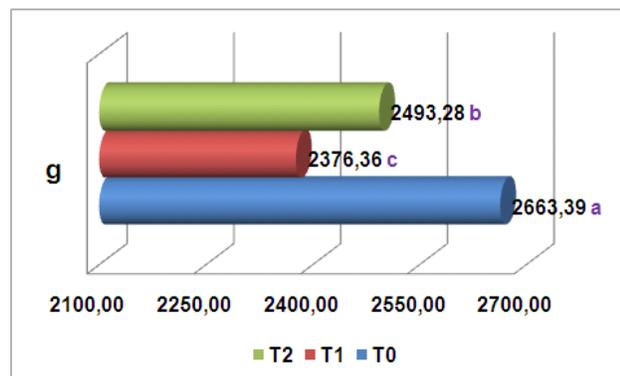


Figura 9. Consumo total de materia seca durante la fase de ceba.



6.4 GANANCIA DE PESO

En el análisis de varianza para la fase de levante, no hay diferencias significativas entre los tratamientos (anexo R y figura 10). En este sentido, se demuestra que la ganancia de peso de los animales durante el periodo mencionado, no se afectó por el consumo de suplemento con inclusión de los niveles evaluados de harina de epitelio ruminal, comparado con el testigo.

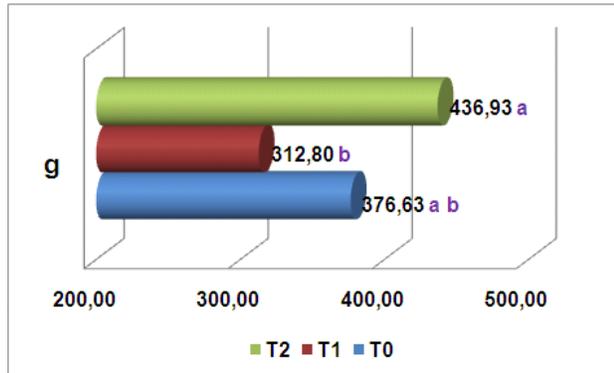
Figura 10. Ganancia de peso fase de levante.



Por otra parte, la evaluación de la ganancia de peso en la etapa de ceba, determinó que existen diferencias significativas, mientras que la prueba de Tukey, mostró un mayor valor para el tratamiento T2 respecto del tratamiento T1, en tanto que el tratamiento T0 no es diferente a los anteriores (figura 11 y anexo S). Estos resultados indican que, el uso de la harina de epitelio ruminal incluida en el suplemento, no influye en la ganancia de peso al compararlo con el testigo, sin embargo, el aumentar el nivel de inclusión de epitelio ruminal provoca una menor ganancia de peso, en los tratamientos que contienen este material. Esto indica una mejor respuesta de los cuyes, cuando el suplemento está compuesto por materias primas proteínicas de fuentes vegetales y animales, posiblemente se consigue un mejor balance de nutrientes, cuando se incorporan al suplemento torta de soya y harina de epitelio ruminal, corroborando lo argumentado por la FAO⁸⁵, que sugiere el uso de fuentes proteicas vegetales y animales, para mejorar la proteína del suplemento.

⁸⁵ FAO. Op. cit., p. 56.

Figura 11. Ganancia de peso fase de ceba.



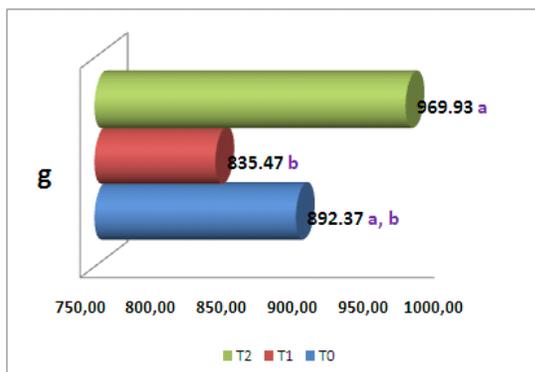
En la figura 12, se muestra la ganancia de peso de los animales, los cuales están en un rango comprendió de 835.47 g a 969.93 g. En el análisis de varianza (anexo Q), se determinó diferencias significativas entre los tratamientos, y al aplicar la prueba de Tukey, se encontró que el tratamiento T2 tuvo una mayor ganancia en comparación con el tratamiento T1, pero estos dos tratamientos no son diferentes del tratamiento testigo. Lo anterior, demuestra que la inclusión de harina de epitelio ruminal en el suplemento alimenticio a un nivel de 5%, mejora la ganancia de peso de los animales, comparado con la inclusión de epitelio ruminal en el suplemento del 10%. Al respecto, Morales y Reyes⁸⁶ reportan una ganancia de peso de 918 g, al suplementar cuyes con un balanceado comercial, por otra parte Hidalgo y Carrillo⁸⁷, encontraron una ganancia de peso de 653.8 g para cuyes alimentados con proteínas de origen vegetal, y Torres *et al*⁸⁸, determinaron un valor de 975.71 g de ganancia de peso en cuyes alimentados con suplemento comercial. Por lo tanto, los resultados observados en esta investigación, se encuentran dentro de los valores normales reportados en estos estudios, lo cual demuestra que la inclusión de harina de epitelio ruminal en un suplemento alimenticio, en niveles de 5% y 10%, obtienen rangos normales de ganancia de peso

⁸⁶ MORALES, Marcelo y REYES, Fabio. Op. cit. p. 45.

⁸⁷ HIDALGO, Crístopher y CARRILLO, Luís. Evaluación de cuatro niveles de proteína vegetal en el alimento balanceado para el crecimiento y engorde de cobayos (*Cavia porcellus*), en la parroquia de San José de Chaltura. Trabajo de grado Ingeniero Agropecuario y Ambiental. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. 2008. p. 42.

⁸⁸ TORRES, *et al*. Op. cit., p. 21.

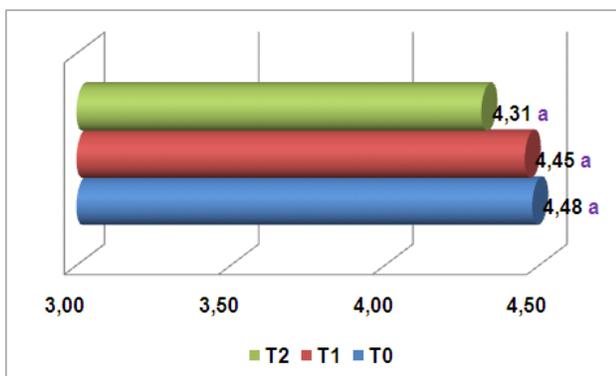
Figura 12. Ganancia de peso total.



6.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En la fase de levante el análisis de varianza no reporta diferencias significativas (figura 13 y anexo U), en consecuencia, fue similar el comportamiento de los animales en cuanto a conversión alimenticia, con valores de 4.48, 4.45 y 4.31 para T0, T1 y T2 respectivamente. Esto demuestra que se puede incluir harina de epitelio ruminal en la suplementación de cuyes en la fase de levante en los niveles evaluados.

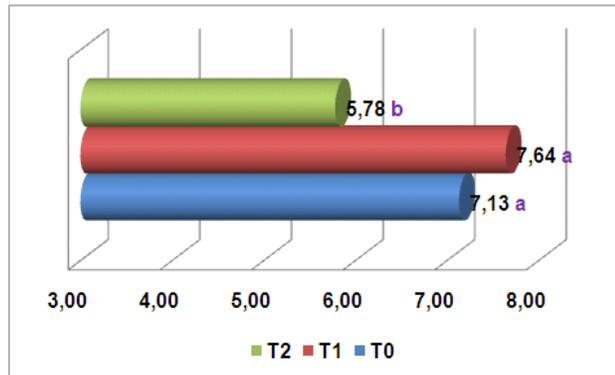
Figura 13. Conversión alimenticia fase de levante.



Para la fase de ceba se obtuvo los siguientes resultados: 7.13, 7.64 y 5.78 para los tratamientos T0, T1 y T2 respectivamente. El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que la prueba de Tukey solo determinó una menor conversión alimenticia en el tratamiento T2, comparado con T0 y T1 (figura 14 y anexo V). Lo anterior, muestra una mejor respuesta de los

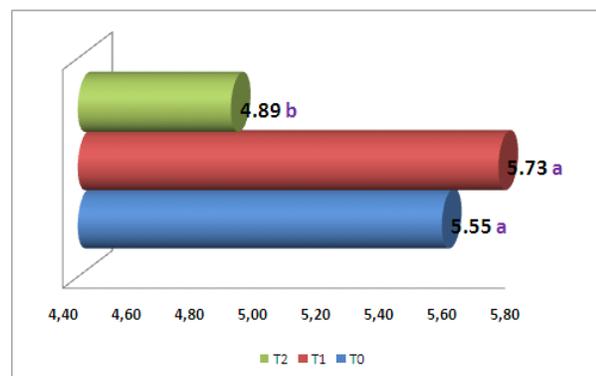
animales al consumo de suplemento con un 5% de harina de epitelio ruminal, durante esta fase.

Figura 14. Conversión alimenticia fase de ceba.



En la figura 15, puede observarse el comportamiento de la conversión alimenticia para los tratamientos evaluados. El análisis estadístico presentado en el anexo T, reporta diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que la prueba de Tukey demostró que el tratamiento T2 obtuvo una menor conversión alimenticia, en comparación con los otros tratamientos. Por lo tanto, la inclusión de 5% de harina de epitelio ruminal en el suplemento ofrece un mejor resultado en cuanto a conversión alimenticia, inclusive comparado con el tratamiento testigo.

Figura 15. Conversión alimenticia total.



Al respecto, Burgos y Esparza⁸⁹ reportan que la conversión alimenticia presenta valores de 5.82 para el tratamiento testigo usando torta de soya y 5.66 cuando es remplazada en un 50% por harina de lombriz. Otros autores como Miramac y Portillo⁹⁰, reportan conversiones de 5.51; mientras que Figueroa y Palma⁹¹, encontraron en cuyes evaluados con inclusión de aceite de palmiste en el suplemento, un valor de 5.32. Los anteriores reportes, indican que una conversión alimenticia comprendida entre 4.89 y 5.73, está dentro de los rangos normales para esta especie cuando se usa suplementación alimenticia. En cuanto a la inclusión de 5% de harina de epitelio ruminal en el suplemento, la conversión obtenida demuestra un valor superior a lo reportado por investigaciones, llevadas a cabo en Nariño

6.6 RENDIMIENTO EN CANAL

Los resultados de rendimiento en canal se pueden observar en la figura 16 y están comprendidos entre 69.59% y 70.29%, acordes con lo reportado por Muñoz y Bastidas⁹², de 68.99% a 70.28% para cuyes suplementados con diferentes niveles de inclusión de harina de contenido ruminal. En el anexo W se presenta el respectivo análisis de varianza, encontrando que no existieron diferencias entre los tratamientos evaluados. En esta variable Burgos y Esparza⁹³; y Torre *et al*⁹⁴ reportan rendimientos de 66.3% y 70.7% respectivamente, siendo congruentes con la presente investigación. Los valores reportados muestran un comportamiento similar de los tratamientos. La harina de epitelio ruminal no afectó la variable, mostrando un desarrollo adecuado de los cuyes. Hay que tener en cuenta que al ser animales de una misma línea genética, la característica de rendimiento en canal, puede ser influenciada por el manejo y el estado nutricional de los animales, dado que no existieron diferencias entre tratamientos, la inclusión de harina de epitelio ruminal no afecta el rendimiento en canal

⁸⁹ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 48.

⁹⁰ MIRAMAC y PORTILLO. Op. cit., p. 54.

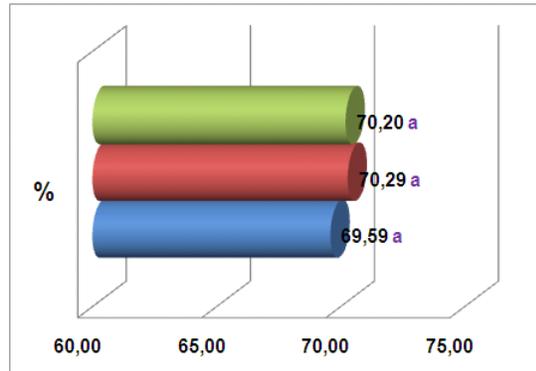
⁹¹ FIGUERO y PALMA. Op. cit., p. 72.

⁹² MUÑOZ, J. y BASTIDAS, T. Utilización del contenido ruminal en la alimentación de cuyes de engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1984.

⁹³ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 37.

⁹⁴ TORRES, *et al*. Op. cit., p. 23.

Figura 16. Rendimiento en canal.



6.7 MORTALIDAD

A pesar de ofrecer las mismas condiciones de manejo en los tres tratamientos, se presentó una mortalidad de 6.6% (1 animal) en el tratamiento testigo, mientras que los tratamientos T1 y T2, la mortalidad fue de 0%. La muerte de un animal en el tratamiento T0, no se atribuye a la alimentación, dado que éste fue el único cuy del tratamiento que presentó enfermedad. La sugerencia de la pasante de Medicina Veterinaria del programa cuyícola indicó que se trataba de problemas infecciosos ajenos a los tratamientos evaluados.

6.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

El precio obtenido para la harina de epitelio ruminal fue de \$ 1260, el valor discriminado se puede observar en el anexo X. Los precios por kilogramo para los tratamientos T0, T1 y T2 son de \$ 990.54, \$ 847.14 y \$ 914.38 respectivamente (anexo x). El valor de la harina de epitelio ruminal es inferior a la torta de soya \$1800 (anexo x), esto permitió una reducción del precio de los suplementos que incluyeron harina de epitelio ruminal. Además, su uso permite reducir la incorporación de maíz, y aumentar la inclusión de mogolla ([ver tabla 4, página 35](#)), generando una disminución del precio del suplemento. El valor por kilogramo de suplemento comercial está cerca de \$ 937, el cual es superior a los valores encontrados en los tratamientos T1 y T2, hay que considerar que en el balanceado comercial se desconoce el tipo de materias primas usadas para su elaboración, no siendo adecuada su comparación con los resultados de la investigación.

En la tabla 7 se presenta la evaluación económica del ensayo, en ella se detalla los costos fijos, variables, ingresos y finalmente la rentabilidad de cada tratamiento.

Los costos de alimentación se ven influenciados por el consumo de forraje y suplemento, además del precio de este último. Como se observa en la tabla 7, el costo del forraje es superior para el tratamiento T0, seguido por T2 y T1, estos valores se comprenden por un mayor consumo del tratamiento testigo 3193 g, cuando se compara con los otros tratamientos, 2995 g y 2996 g para T1 y T2 respectivamente. En cuanto a los costos del suplemento, se observa un incremento del tratamiento T0 debido a un mayor precio de este, mientras que el tratamiento T1 con mayor inclusión de harina de epitelio ruminal obtuvo el menor valor. Se puede apreciar que a medida que aumenta el nivel de inclusión de harina de epitelio ruminal se favorece los costos por concepto de suplementación.

Para determinar el valor de ingresos se procedió a multiplicar el costo de un gramo de cuy (\$ 13) por el peso final en gramos de cada tratamiento. El mayor ingreso lo obtuvo el tratamiento T2, seguido por T0 y T1. Al observar los pesos alcanzados por los tres tratamientos, se observa el efecto de este, sobre el rubro analizado, ya que el tratamiento T2 obtuvo un peso final de 1248 g, mientras que T0 y T1 mostraron pesos de 1179 g y 1121 g respectivamente.

Finalmente la mejor rentabilidad fue para el tratamiento T2 con 22,89%, seguido del T0 con 13.33% y el T1 con 12.57%. Los costos fijos fueron iguales para los tres tratamientos, observándose diferencias en los costos variables, concepto que tiene en cuenta la alimentación de los animales. Aunque se obtuvo un menor costo del alimento en el tratamiento T1, el menor peso final obtenido en la investigación hizo que disminuyera su rentabilidad, incluso por debajo del tratamiento T0 con los mayores costos de alimentación. La mayor rentabilidad del tratamiento T2 se debe a un precio adecuado del suplemento, siendo intermedio entre los otros tratamientos; un consumo de forraje inferior al testigo, pero igual al T1 y un mayor peso de salida al mercado

Tabla 7. Análisis parcial de costos.

CONCEPTO	T0	T1	T2
Costos fijos			
<i>Compra animal</i>	7000	7000	7000
<i>Mano obra</i>	2500	2500	2500
SUBTOTAL	9500	9500	9500
Costos Variables			
<i>Alimentación</i>			
<i>Forraje</i>	1802.52	1490.59	1691.44
<i>Suplemento</i>	2027.66	1561.02	1820.25
<i>Total alim</i>	3830.18	3051.61	3511.69
<i>Medicamentos y desinfectantes</i>	200	200	200
SUBTOTAL	4030.18	3451.61	3711.69
COSTOS TOTALES	13530.18	12951.61	13211.69
INGRESOS			
Ingreso por animal	15333.50	14579.93	16236.13
Ingreso neto	1803.32	1628.32	3024.44
Rentabilidad (%)	13.33	12.57	22.89

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El consumo de suplemento en la fase de levante se afecta con la inclusión de 10% de harina de epitelio ruminal, dado que se aprecia una disminución para el tratamiento T1 en comparación con el tratamiento testigo. Sin embargo, un nivel de 5% de harina no tiene efecto sobre la ingestión del suplemento, pues no existió diferencia al ser comparado con el T0.

El consumo de forraje no se afecta por la inclusión de harina de epitelio ruminal, en un suplemento para cuyes en la fase de levante.

Los cuyes durante la fase de levante, presentan una ganancia de peso similar, cuando se incluye harina de epitelio ruminal en el suplemento.

La conversión alimenticia de los animales en la fase de levante, no se afecta por la inclusión de harina de epitelio ruminal en el suplemento.

El consumo de suplemento en la fase de ceba, con la inclusión de 5% de harina de epitelio ruminal, mejora la ingestión de alimento, mientras que la incorporación de 10%, afecta negativamente el consumo del animal.

Se disminuye el consumo de forraje durante la fase de ceba, al aumentar la inclusión de harina de epitelio ruminal en el suplemento.

La ganancia de peso de los cuyes en la fase de ceba, se reduce con un nivel de inclusión del 10% de harina de epitelio ruminal en el suplemento, mientras que un nivel del 5% no afecta este parámetro, cuando es comparado con el tratamiento testigo.

La conversión alimenticia en la fase de ceba, se mejoró con la inclusión de harina de epitelio ruminal a un nivel de 5%, mientras que a un nivel del 10%, no existe un efecto diferente al testigo.

La evaluación del consumo de suplemento, teniendo en cuenta las dos fases (levante y ceba), indica que el comportamiento de los animales es similar cuando se suministra harina de epitelio ruminal a un nivel del 5% y se compara con el tratamiento testigo, mientras que el consumo disminuye cuando se incorpora a un nivel del 10%.

La evaluación del consumo de forraje durante toda la fase experimental, muestra que la ingestión del pasto no se afecta con la incorporación de harina de epitelio ruminal.

La ganancia de peso de los animales durante todo el periodo experimental, tiene un comportamiento similar al presentado en la fase de ceba; el testigo y el tratamiento T2 son similares, mientras que el tratamiento T1 produjo una disminución del parámetro evaluado.

La conversión alimenticia teniendo en cuenta levante y ceba, muestra una mejor respuesta de los cuyes al tratamiento T2 (5%), mientras que el T1 (10%) tiene un comportamiento parecido al tratamiento testigo.

En cuanto a mortalidad, no se presentaron efectos negativos para los tratamientos T1 y T2, dado que no se tuvo muertes durante la investigación.

El uso de harina de epitelio ruminal en la alimentación de cuyes, en la fase de levanta y ceba, disminuye los costos de alimentación, cuando se incluye en un 5% y 10% del suplemento.

Los parámetros de ganancia de peso y porcentaje de rentabilidad fueron más altos para el tratamiento T2, mientras que la conversión alimenticia y consumo de alimento fueron menores al testigo. Esto permite concluir que el suministro de suplemento con inclusión de 5% de harina de epitelio ruminal, mejora estos parámetros productivos.

El tratamiento T1 presentó valores inferiores para los parámetros consumo de alimento, ganancia de peso y rentabilidad; teniendo una conversión alimenticia similar al tratamiento testigo. De acuerdo con esto, se deduce que el suministro de suplemento con inclusión de 10% de epitelio ruminal, no es recomendable, dado un descenso de los parámetros productivos (consumo y ganancia de peso) del animal, que se reflejan en una menor rentabilidad.

7.2 RECOMENDACIONES

Determinar la digestibilidad del epitelio ruminal, lo que permita tener una valoración más acertada de los aportes reales de la materia prima.

Determinar el perfil de aminoácidos que presenta la harina de epitelio, con el fin de balancear la dieta teniendo en cuenta los limitantes en la ración.

Utilizar niveles diferentes de epitelio ruminal para determinar si existe un nivel mejor en la ración, que continúe reduciendo los costos del suplemento.

Evaluar la harina en otras fases como reproducción y lactancia.

Realizar pruebas de catación para determinar los efectos de la inclusión de la harina sobre los parámetros organolépticos de la carne de cuy.

Evaluar harinas de epitelio ruminal desengrasada en los parámetros productivos del cuy.

Evaluar la harina de epitelio ruminal en otras especies de interés zootécnico.

BIBLIOGRAFIA

ALIAGA, Luis, *et al.* Producción de Cuyes. Lima-Perú:Fondo Editorial UCSS, 2009.

APPLE, J, *et al.* Effect of feather meal on live animal performance and carcass quality and composition. *Journal of Animal Science*. [online]. 2003. 81:172-181.

ARROYO, L; FAJARDO J y CAYCEDO, A. Evaluación nutritiva de cuatro niveles de hoja de calabaza (*Curcubita pepo*), en la alimentación de cuyes durante la fase reproductiva. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 1998.

AZZA, Luís y VILLOTA, Luís. Utilización de tres niveles de afrecho de cebada en la alimentación de cuyes de engorde (*Cavia porcellus*).Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 1986.

BAUZA, R. *et al.* Evaluación de dos tipos de hidrolizado de plumas en dietas de cerdos de engorde. Sitio argentino de producción animal. [online]. 2007.

BONDI, Aron. Nutrición animal. Zaragoza-España: Acribia, S.A., 1986.

BURGOS, A y LUNA, J. Digestibilidad aparente de los pastos tetralite y aubade en cuyes tipo carne. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 1984.

BURGOS, Marly y ESPARZA, Esteban. Respuesta nutricional de los cuyes en fase de levante y engorde, alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) obtenida en residuos orgánicos. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006.

CALVO, Miguel. Bioquímica de los alimentos. [online]. Universidad de Zaragoza, España. 2009.

CAYCEDO, Alberto, *et al.* El cuy historia, cultura y futuro de la regional. Pasto Colombia: Colombia Gráfica, 2004.

----- . Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto.: Universidad de Nariño, 2000.

----- . Técnicas en la producción de cuyes. Pasto-Colombia: Universidad de Nariño. 2000.

CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza-España: Editorial Acribia, 1995.

CHURD, D y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación animal. México D.F.: Limusa S.A., 1998.

COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 0991 (1, junio, 2001). Por medio de la cual se prohíbe el uso de harinas de carne, de sangre, de hueso (vaporizado), de carne y hueso y de despojos de mamíferos para la alimentación de ruminantes. Bogotá D.C. 2002.

COLOMBIA. INTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 02028 (6, septiembre, 2002). Por la cual se establecen los requisitos para el registro de productores de harina de origen animal. Bogotá D. C. 2002.

CORTES, Arturo, *et al.* Biodisponibilidad de lisina para el pollo en crecimiento de cuatro harinas de subproductos avícolas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. [online]. 2011. 2. (3): 259-266.

CRAMER, R. *et al.* Protein quality of varius raw and rendered by-product meals commoly incorporated into companion animal diets. Journal of Animal Science. [online]. 2007. 85:3285-329.

DÁVALOS SARAIVIA, Jorge. Investigación en nutrición y alimentación de cuyes en el Perú. En: (4-17 de junio de 1997, Cochabamba - Bolivia). Seminario taller sobre nuevos avances en la cuyicultura latinoamericana. Universidad Mayor de San Simón, proyecto MEJOCUY. 1997.

DELGADO, Crisoly y ZAMBRANO, María. Utilización de diferentes niveles de heno de forraje de avena (*Avena sativa*, L) como suplemento al pasto aubade (*Lolium sp*) en la alimentación de cuyes de engorde (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 1994.

DENTON, J. *et al.* Historical and scientific perspectives of same species feeding of animal by-products. The journal of applied poultry research. [Online]. 2005. 14:352-361. [Citado el 24 mayo de 2011].

DYCE, K, SACK, W y WENSING, C. Anatomía veterinaria. 3 ed. Madrid-España: El Manual Moderno, 2007.

FIGUEROA VILLOTA, Nereida y PALMA POLO, Paula. Utilización de diferentes niveles de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) en dietas para cuyes en las fases de crecimiento y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto,

Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006.

GARCÍA *et al.* Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. [online]. 24 (4): 401-415.

HERRERA, Milton. Aprovechamiento de los subproductos o residuos en la industria avícola para la producción de harinas de origen animal. *Revista Virtualpro*. [online]. 2008. 82: 1-5.

HIDALGO, Cristófer y CARRILLO, Luís. Evaluación de cuatro niveles de proteína vegetal en el alimento balanceado para el crecimiento y engorde de cobayos (*Cavia porcellus*), en la parroquia de San José de Chaltura. Trabajo de grado Ingeniería Agropecuario, Ibarre – Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. 2008.

IRLBECK, N. How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract. *Journal of Animal Science*. [online]. 2001. 79: E343-E346.

KIM, W; LORENZ, E y PATTERSON, P. Effect of enzymatic and chemical treatments on feather solubility and digestibility. *Poultry science*. [Online]. 2002. 81: 95-98.

LAGOS BURBANO, Elizabeth y VELASCO BOLAÑOS, Andrea. Valoración de la técnica *in situ* para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2005.

MATTOS, Jessika, *et al.* Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Revista de investigación veterinaria del Perú*. [Online]. 14 (2) 2003.

MIRAMAC GELPUD, Jhon y PORTILLO LÓPEZ, Paola. Valoración de la harina de frijón de desecho (*Phaseolus vulgaris*), en la productividad de los cuyes (*Cavia porcellus*), bajo un esquema estratégico de suplementación proteica durante las fases de levante y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. 2007.

MORA, David. Usos de la Morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. *Agronomía Mesoamericana*. [Online]. 21 (2) 2010.

MUÑOZ, J y BASTIDAS, T. Utilización del contenido ruminal en la alimentación de cuyes de engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 1984.

MURRAY, S. *et al.* Raw and rendered animal by products as ingredients in dog diets. *Journal of Animal Science*. [Online] 1997. 75: 2497-2508.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Crianza de cuyes: Universidad Nacional del Centro, Huancayo Perú [online] 1994.

RAMOS OBANDO, Lesvy. Manejo sostenible del cuy. En: Encuentro internacional de monogástricos (10: 23-24, noviembre: San Juan de Pasto, Nariño). Memorias. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2009.

RAMOS TALMA, María. Aplicación de técnicas enzimáticas de digestión in vitro a la valoración nutritiva de piensos de conejo. Tesis de Doctorado en Veterinaria. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. 1995.

ROBINSON, David. Cría de conejos. Barcelona, España. Editorial hispano europea S.A., 1983.

ROMERO, Jenny y RUÍZ, Yanny. Caracterización anatómica del tracto gastrointestinal del cuy (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado Medicina veterinaria. Pasto. Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Medicina veterinaria. 2004.

SÁNCHEZ, Félix. Procesado y calidad de las harinas de carne, carnes desengrasadas y carnes ricas en grasas. En: Curso de especialización FEDNA. (9: 8-9 noviembre: Barcelona). Memorias. Barcelona. FEDNA. 1993.

SENKOYLU, N. *et al.* Performance and egg characteristics of Laying Hens fed diets incorporated with poultry by-product and feather meals. *The journal of applied poultry research*. [Online]. 2005. 14: 542-547. [Citado el 24 mayo de 2011].

TORRES, Eduardo. *et al.* Evaluación de dos niveles de energía y proteína en dietas de crecimiento y engorde en cuyes machos. En: Reunión anual de la asociación peruana de producción animal (2006: Junín). Trabajos de investigación. Perú.: INIA. 2006.

ANEXOS

Anexo A. Análisis bromatológico de la harina de Epitelio Ruminal.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-032-11
Solicitante:	Jhon Jairo Parreño Salas	Muestra	Harina de Epitelio Ruminal	Código lab	240
Dirección:	Mz 51 Casa 19 B/ Tamasagra. Pasto	Procedencia	Frigovito. Corregimiento: Jongovito	Municipio:	Pasto
cc / nit:	13072748				
Teléfono:	3172138944	Fecha de Muestreo	DD 14 MM 02 AA	11	
e-mail	jhonpasa@gmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 18 MM 03 AA	11	
		Fecha Reporte	DD 09 MM 04 AA	11	

ANÁLISIS SOLICITADO	Proximal, Energía, Calcio, Fósforo
----------------------------	------------------------------------

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina Epitelio Ruminal	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Termogravimétrica	g/100g	-	5,28	
Materia seca	Secado estufa	Termogravimétrica	g/100g	-	94,7	
Ceniza	Incineración mufla	Termogravimétrica	g/100g	-	5,96	6,29
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	36,0	38,0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	48,4	51,0
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	638	674
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,440	0,465
Fósforo	Oxidación húmeda, Ácido ascórbico	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,424	0,448
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					


Laboratorio de Bromatología y Nutrición
 Gloria Sanabria Fajardo, Nariño
 Téc. Laboratorio Bromatología

Elaboró: GSE	09/04/2011
Revisó: GSE	09/04/2011

Anexo C. Determinación de metabolitos secundario en el pasto Aubade.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-036B-11
Solicitante:	Alexandra Carolina Guevara B	Muestra	Pasto Aubade	Código lab	264
Dirección:	Carrera 22 F No. 2 - 12 B/ Capusigra. Pasto	Procedencia	Potrero: La Loma Granja Experimental Botana		
cc / nit:	1085249993				
Teléfono:	3006143260	Fecha de Muestreo	DD 23 MM 03 AA 11		
e-mail	karito_gb@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 24 MM 03 AA 11		
		Fecha Reporte	DD 15 MM 04 AA 11		

ANÁLISIS SOLICITADO		Metabolitos secundarios				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	264	
SAPONINAS	Espuma	Cualitativa			-	
	Rosenthaler. Vainillina - Ácido ortofosfórico	Cualitativa			-	
	Antrona	Cualitativa			+	
TANINOS	Cloruro férrico	Cualitativa			-	
	Gelatina - sal	Cualitativa			+	
	Acetato de plomo	Cualitativa			-	
ESTEROLES	Liebermann Burchard	Cualitativa			+	
	Rosenheim	Cualitativa			-	
	Salkowski	Cualitativa			+	
ALCALOIDES	Dragendorff	Cualitativa			-	
	Wagner	Cualitativa			-	
	Mayer	Cualitativa			-	
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					

CONVENCIÓN	INTERPRETACIÓN
-	Negativo
+	Bajo
++	Moderado
+++	Abundante


 Gloria Serrano Espinosa
 Téc. Laboratorio Bromatología
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE	15/04/2011
Revisó: GSE	15/04/2011

Anexo D. Consumo de alimento en las fases de levante y ceba, suministrando únicamente pasto Aubade.

	Peso (g)	CM FV*	CMS**	PC	ENERGÍA	FC
<i>Requerimiento</i>			48,00***	8,64	139,20	8,16
Aporta pasto	800,00	350,00	57,05****	8,27	137,90	18,88
Diferencia			9,05	-0,37	-1,3	10,72

* CM FV = Consumo de forraje.

** CMS = Consumo de materia seca.

*** Determinado a partir del 6% del peso vivo. Caycedo 2006.

**** Determinado como porcentaje de forraje verde por MS del pasto Aubade de la investigación.

	Peso	CM FV*	CMS**	PC	ENERGIA	FC
<i>Requerimiento</i>			72,00***	12,96	208,00	12,24
Aporta pasto	1200,00	500,00	81,50****	11,82	197,00	26,98
Diferencia			9,50	-1,14	-11,80	14,74

* CM FV = Consumo de forraje.

** CMS = Consumo de materia seca.

*** Determinado a partir del 6% del peso vivo. Caycedo 2006.

**** Determinado como porcentaje de forraje verde por MS del pasto Aubade de la investigación.

Anexo E. Análisis bromatológico del suplemento sin inclusión de harina de epitelio ruminal (T0).

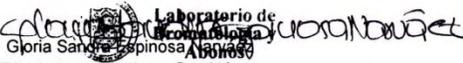
 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-073A-11
Solicitante:	Jhon Jairo Parreño Salas	Muestra	T 0. Concentrado Cuyes. 0% Epitelio ruminal	Código lab	400
Dirección:	Mz 51 Casa 19. 1ra Etapa B/ Tamasagra. Pasto	Procedencia	Granja Experimental Botana		
cc / nit:	13.072.748	Fecha de Muestreo	DD 13 MM 06 AA 11		
Teléfono:	7294383	Fecha Recepción Muestra	DD 13 MM 06 AA 11		
e-mail	jhonpasa@gmail.com	Fecha Reporte	DD 25 MM 06 AA 11		

ANÁLISIS SOLICITADO	Proximal, Energía
----------------------------	-------------------

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 0 Concentrado cuyes	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	12,5	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	87,5	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	4,86	5,55
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	3,16	3,61
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	5,04	5,75
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	16,1	18,4
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	58,3	66,6
Energía bruta	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	371	424

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
----------------------	--


 Laboratorio de Bromatología
 Gloria Sánchez Espinosa
 Téc. Laboratorio Bromatológicos
 Nariño

Elaboró: GSE 25/06/2011
 Revisó: GSE 25/06/2011

Anexo F. Análisis bromatológico del suplemento con 10% de harina de epitelio ruminal (T1).

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.
Solicitante:	Jhon Jairo Parreño Salas	Muestra:	T 1. Concentrado Cuyes. 10% Epitelio ruminal	LB-R-073B-11
Dirección:	Mz 51 Casa 19. 1ra Etapa B/ Tamasagra. Pasto	Procedencia:	Granja Experimental Botana	Código lab 401
cc / nit:	13.072.748			
Teléfono:	7294383	Fecha de Muestreo	DD 13 MM 06 AA 11	
e-mail	jhonpasa@gmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 13 MM 06 AA 11	
		Fecha Reporte	DD 25 MM 06 AA 11	

ANÁLISIS SOLICITADO						
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 1 Concentrado cuyes	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	11,0	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	89,0	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	6,20	6,97
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	6,70	7,53
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	7,69	8,64
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	16,8	18,9
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	51,6	57,9
Energía bruta	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	398	447
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					


 Laboratorio Bromatológico
 Gloria Salas Espinosa
 Téc. Laboratorio Bromatológico
 Nariño

Elaboró: GSE 25/08/2011
 Revisó: GSE 25/08/2011

Anexo G. Análisis bromatológico del suplemento con 5% de epitelio ruminal (T2).

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76	
			Página: 1 de 1	
			Versión: 1	
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010	

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-073C-11	
Solicitante:	Jhon Jairo Parreño Salas	Muestra	T 2. Concentrado Cuyes. 5% Epitelio ruminal	Código lab	402	
Dirección:	Mz 51 Casa 19. 1ra Etapa B/ Tamasagra. Pasto	Procedencia	Granja Experimental Botana			
cc / nit:	13.072.748					
Teléfono:	7294383	Fecha de Muestreo	DD 13 MM 06 AA 11			
e-mail	jhonpasa@gmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 13 MM 06 AA 11			
		Fecha Reporte	DD 25 MM 06 AA 11			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 2 Concentrado cuyes	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	13,3	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	86,7	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	5,63	6,49
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	5,12	5,90
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	7,68	8,86
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	16,3	18,8
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	52,0	60,0
Energía bruta	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	388	447
OBSERVACIONES		RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca				


 Laboratorio Bromatológico
 Gloria Sánchez Espinosa
 Téc. Laboratorio Bromatológico
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 25/06/2011
 Revisó: GSE 25/06/2011

Anexo H. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo total de materia seca del balanceado.

Consumo total de suplemento en materia seca
Procedimiento GLM

Variable dependiente: cons

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	30082.94697	15041.47349	8.02	0.0061
Error	12	22495.53332	1874.62778		
Total correcto	14	52578.48029			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	cons Media
0.572153	2.489323	43.29697	1739.307

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	30082.94697	15041.47349	8.02	0.0061

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	30082.94697	15041.47349	8.02	0.0061

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para obs

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	1776.25	5	T0
A			
A	1765.38	5	T2
B	1676.29	5	T1

Anexo I. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo de materia seca del balanceado, durante la fase de levante.

Análisis de varianza para consumo de balanceado fase de levante
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	17104.90521	8552.45261	4.54	0.0341
Error	12	22626.33596	1885.52800		
Total correcto	14	39731.24117			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.430515	5.569541	43.42267	779.6453

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	17104.90521	8552.45261	4.54	0.0341

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	17104.90521	8552.45261	4.54	0.0341

Anexo J. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo de materia seca del balanceado, durante la fase de ceba.

Análisis de varianza para consumo de balanceado fase de ceba
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	8660.750653	4330.375327	3967.75	<.0001
Error	12	13.096720	1.091393		
Total correcto	14	8673.847373			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.998490	0.108861	1.044698	959.6647

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	8660.750653	4330.375327	3967.75	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	8660.750653	4330.375327	3967.75	<.0001

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	992.0240	5	T2
B	952.4700	5	T0
C	934.5000	5	T1

Anexo K. Análisis de varianza para consumo total de materia seca del forraje.

Consumo total de forraje en materia seca
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	130118.7317	65059.3658	3.30	0.0719
Error	12	236237.5218	19686.4602		
Total correcto	14	366356.2535			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.355170	4.582412	140.3084	3061.891

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	130118.7317	65059.3658	3.30	0.0719

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	130118.7317	65059.3658	3.30	0.0719

Anexo L. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje, en la fase de levante.

Análisis de varianza para consumo de forraje fase de levante
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	14202.8425	7101.4212	0.56	0.5830
Error	12	150934.7368	12577.8947		
Total correcto	14	165137.5793			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.086006	7.424564	112.1512	1510.543

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	14202.84249	7101.42125	0.56	0.5830

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	14202.84249	7101.42125	0.56	0.5830

Anexo M. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje y prueba de Tukey, en la fase de ceba.

Análisis de varianza para consumo de forraje fase de ceba
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	199815.4110	99907.7055	106.63	<.0001
Error	12	11243.1460	936.9288		
Total correcto	14	211058.5570			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.946730	1.973077	30.60929	1551.348

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	199815.4110	99907.7055	106.63	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	199815.4110	99907.7055	106.63	<.0001

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	1710.93	5	T0
B	1501.26	5	T2
C	1441.86	5	T1

Anexo N. Análisis de varianza para consumo total de materia seca.

Consumo total de materia seca					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: obs					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	233862.6839	116931.3419	3.66	0.0574
Error	12	383446.3727	31953.8644		
Total correcto	14	617309.0566			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media	
	0.378842	3.723162	178.7564	4801.200	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	233862.6839	116931.3419	3.66	0.0574
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	233862.6839	116931.3419	3.66	0.0574

Anexo Ñ. Análisis de varianza para consumo total de materia seca en la fase de levante.

Análisis de varianza para consumo de totalde balanceado en fase de levante					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: obs					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3716.6382	1858.3191	0.08	0.9211
Error	12	269511.8190	22459.3183		
Total correcto	14	273228.4572			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media	
	0.013603	6.543757	149.8643	2290.188	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	3716.638240	1858.319120	0.08	0.9211
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	3716.638240	1858.319120	0.08	0.9211

Anexo O. Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo total de materia seca en la fase de ceba.

Análisis de varianza para consumo de total de balanceado en fase de ceba

Procedimiento GLM					
Variable dependiente: obs					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	208331.2781	104165.6391	111.74	<.0001
Error	12	11186.2301	932.1858		
Total correcto	14	219517.5082			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media	
	0.949042	1.215914	30.53172	2511.010	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	208331.2781	104165.6391	111.74	<.0001
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	208331.2781	104165.6391	111.74	<.0001

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	2663.39	5	T0
B	2493.28	5	T2
C	2376.36	5	T1

Anexo P. Análisis de varianza y prueba de Tukey para ganancia de peso.

Ganancia de peso					
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: obs					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	45558.66585	22779.33293	8.16	0.0058
Error	12	33481.78032	2790.14836		
Total correcto	14	79040.44617			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media	
	0.576397	5.873960	52.82185	899.2547	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	45558.66585	22779.33293	8.16	0.0058
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	45558.66585	22779.33293	8.16	0.0058

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	969.93	5	T2
A			
B A	892.37	5	T0
B			
B	835.47	5	T1

Anexo Q. Análisis de varianza para ganancia de peso durante la fase de levante.

Variable dependiente: obs

Procedimiento GLM

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	754.93156	377.46578	0.08	0.9228
Error	12	56032.23964	4669.35330		
Total correcto	14	56787.17120			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.013294	13.04556	68.33267	523.8000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	754.9315600	377.4657800	0.08	0.9228

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	754.9315600	377.4657800	0.08	0.9228

Anexo R. Análisis de varianza para ganancia de peso durante la fase de ceba.

Análisis de varianza para peso en fase de ceba
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	38532.30297	19266.15149	11.14	0.0018
Error	12	20760.49720	1730.04143		
Total correcto	14	59292.80017			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.649865	11.07822	41.59377	375.4553

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	38532.30297	19266.15149	11.14	0.0018

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	38532.30297	19266.15149	11.14	0.0018

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	436.93	5	T2
A			
B A	376.63	5	T0
B			
B	312.80	5	T1

Anexo S. Análisis de varianza y prueba de Tukey para conversión alimenticia.

Conversión alimenticia
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1.51312000	0.75656000	5.28	0.0227
Error	12	1.72048000	0.14337333		
Total correcto	14	3.23360000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.467937	7.038043	0.378647	5.380000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	1.51312000	0.75656000	5.28	0.0227

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	1.51312000	0.75656000	5.28	0.0227

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	5.6320	5	T1
A			
A	5.5760	5	T0
B	4.9320	5	T2

Anexo T. Análisis de varianza para conversión alimenticia en la fase de levante.

Análisis de varianza para C.A. en fase de levante
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.07845333	0.03922667	0.17	0.8481
Error	12	2.81808000	0.23484000		
Total correcto	14	2.89653333			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.027085	10.98043	0.484603	4.413333

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	0.07845333	0.03922667	0.17	0.8481

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	0.07845333	0.03922667	0.17	0.8481

Anexo U. Análisis de varianza para conversión alimenticia en la fase de ceba.

Análisis de varianza para C.A. en fase de ceba
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	9.26404000	4.63202000	8.84	0.0044
Error	12	6.28500000	0.52375000		
Total correcto	14	15.54904000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
0.595795	10.56196	0.723706	6.852000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	9.26404000	4.63202000	8.84	0.0044

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	9.26404000	4.63202000	8.84	0.0044

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	trat
A	7.6420	5	T1
A			
A	7.1340	5	T0
B	5.7800	5	T2

Anexo V. Análisis de varianza para rendimiento en canal.

Rendimiento en canal
Procedimiento GLM

Variable dependiente: obs

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.56973333	0.28486667	0.14	0.8756
Error	3	6.15375000	2.05125000		
Total correcto	5	6.72348333			

	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	obs Media
	0.084738	2.045199	1.432219	70.02833

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	0.56973333	0.28486667	0.14	0.8756

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	2	0.56973333	0.28486667	0.14	0.8756

Anexo W. costos para la obtención de la harina de epitelio ruminal.

PRECIO HARINA DE EPITELIO RUMINAL	
Rubro	Valor
<i>Biodigestor (Cooker)</i>	950
<i>mano de obra</i>	140
<i>instalaciones (invernadero)</i>	60
<i>Ganacia</i>	110
PRECIO	1260

Anexo X. Valor de las materias primas y precio por kg de cada tratamiento.

	precio por kg	Aportes al precio total		
		T0	T1	T2
Maíz	975	354.9	249.6	304.2
Mogolla trigo	540	178.74	257.04	219.78
Torta Soya	1800	360	120.6	232.2
Epitelio ruminal	1250	0	125	62.5
CaCO₂	400	6.8	5.2	5.6
Sal	400	1.6	1.2	1.6
Melaza	1000	80	80	80
Premezcla	1700	8.5	8.5	8.5
Total		990.54	847.14	914.38