

**EVALUACIÓN DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL COMO SUPLEMENTO
DEL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) AL PRIMER PARTO EN LA
FASE REPRODUCTIVA DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

**ANGIE LORENA OBANDO MONTENEGRO
MAURA ALEJANDRA BENAVIDES AGUIRRE**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
2013**

**EVALUACIÓN DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL COMO SUPLEMENTO
DEL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) AL PRIMER PARTO EN LA
FASE REPRODUCTIVA DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

**ANGIE LORENA OBANDO MONTENEGRO
MAURA ALEJANDRA BENAVIDES AGUIRRE**

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

**Directora
LESVY RAMOS OBANDO
Zoot, Ing. Producción Acuícola, M. Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
2013**

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

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

Nota de aceptación:

LESVY RAMOS OBANDO Zoot., Ing. P. A., M. Sc.
Directora

EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO Zoot., M. Sc., Ph. D.
Jurado Delegado

JAVIER ANDRÉS MARTINEZ Zoot., Ing. P. A., Esp., M. Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, septiembre de 2013

A mi PADRE CELESTIAL, por entregarme la sabiduría, talento, fe, y ánimo para cumplir con esta meta. Por luchar conmigo todas mis batallas y salir triunfante de ellas.

A mis padres MARIO OBANDO y MABEL MONTENEGRO, por ser los ángeles que han velado por mí día a día, por los principios y valores que me han formado como una persona responsable, segura y luchadora, por su incalculable amor, sacrificio y apoyo en todo momento.

A mi hermano MARIO ANDRÉS, por su cariño, apoyo y guía en mis decisiones y sueños. Por desear lo mejor para mí y ayudarme a seguir adelante.

A JAVIER, quien ha sido una motivación más para luchar por mis metas, por su comprensión y fortaleza a través del tiempo y la distancia, por su amor incondicional y hacer mi vida más feliz.

A mis PROFESORES, por la formación profesional y ética que me han brindado, por sus conocimientos, paciencia y colaboración... mil y mil gracias y que Dios les bendiga en la noble labor de la enseñanza.

A mis AMIGOS por todo su afecto, apoyo y compañía en cada etapa de mi vida.

Angie Lorena

A Dios por estar conmigo en todo momento.

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, por ser mí ejemplo a seguir y por brindarme cada oportunidad para ser mejor.

A mi familia que me ha impulsado a luchar por mis metas y a no dejarme vencer ante las adversidades.

A mis profesores, compañeros y amigos, por compartir parte de sus vidas conmigo y por enriquecerme con su conocimiento, experiencia y cariño.

Maura Alejandra

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

LESVY RAMOS OBANDO	Zootecnista., I. P. A., M. Sc.
EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO	Zootecnista, M. Sc., Ph. D.
JAVIER ÁNDRES MARTÍNEZ	Zootecnista, I. P. A., Esp., M. Sc.
HERNÁN OJEDA JURADO	Director de Granjas Universidad de Nariño.
HELVER MUÑOZ FUERTES	Jefe de Planta FRIGOVITO S.A.
SANDRA ESPINOSA NÁRVAEZ	Técnico laboratorios Especializados
DAVID ARTURO PERDOMO	Químico Laboratorio Cromatografía
NANCY GALINDEZ SANTANDER	Profesional microbiológico de Laboratorio abonos orgánicos.
JOSÉ TABLA ROJAS	Zootecnista
JHON JAIRO PARREÑO SALAS	Zootecnista
SANDRA ECHEVERRI POTOSÍ	Representante Legal ASINDETEC
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Secretario Académico Facultad de Ciencias Pecuarias.

Facultad de Ciencias Pecuarias.

Personal Granja Experimental Botana.

Personal planta de beneficio FRIGOVITO S.A.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido con el desarrollo y culminación de la presente investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	21
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO TEÓRICO	24
4.1 GENERALIDADES DEL CUY	24
4.1.1 Clasificación Zoológica	24
4.2 FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL CUY	25
4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	26
4.3.1 La nutrición en la fase reproductiva de cuyes	26
4.3.2 Consumo de alimento en cuyes	27
4.3.3 Requerimientos nutricionales	28
4.4 REPRODUCCIÓN DEL CUY	32
4.4.1 Ciclo estral	33
4.4.2 Sistema de apareamiento	33
4.4.3 Pubertad	33

4.4.4	Gestación	34
4.4.5	Parto	34
4.4.6	Lactancia	34
4.4.7	Destete	34
4.5	GENERALIDADES DEL RUMEN	35
4.6	SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL	35
4.6.1	Normas para la producción y comercialización de harinas de origen animal	37
4.6.2	Alimentación suplementaria en cuyes	38
4.6.3	Antecedentes sobre el uso de epitelio ruminal en la alimentación de cerdos y cuyes	39
4.7	GENERALIDADES DEL PASTO KIKUYO (<i>Penisetum clandestinum</i>)	40
4.7.1	El pasto kikuyo en la alimentación de cuyes	42
5	DISEÑO METODOLÓGICO	45
5.1	LOCALIZACIÓN	45
5.2	PERIODO EXPERIMENTAL	45
5.3	UNIDAD EXPERIMENTAL	45
5.4	INSTALACIONES Y EQUIPOS	45
5.5	PLAN DE MANEJO Y SANIDAD	46
5.6	SISTEMA DE APAREAMIENTO	47
5.7	OBTENCIÓN DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL	47
5.8	ALIMENTACIÓN	49
5.9	TRATAMIENTOS	50

5.10	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	50
5.10.1	Formulación de hipótesis	50
5.11	VARIABLES EVALUADAS	51
5.11.1	Análisis químicos	51
5.11.2	Análisis microbiológico	51
5.11.3	Análisis de ácidos grasos	51
5.11.4	Variables productivas	51
5.11.5	Variables reproductivas	52
5.11.6	Análisis parcial de costos	52
6	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
6.1	ANÁLISIS QUÍMICOS PROXIMALES	53
6.1.1	Harina de epitelio ruminal	53
6.1.2	Pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	55
6.1.3	Suplementos por cada tratamiento	56
6.2	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL	57
6.3	ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL	58
6.4	PARÁMETROS PRODUCTIVOS	60
6.4.1	Consumo de alimento	60
6.4.2	Variación de peso de las hembras	65
6.4.3	Tamaño de camada	67
6.4.4	Variación de peso de la camada	69

6.5	PARÁMETROS REPRODUCTIVOS	71
6.5.1	Porcentaje de preñez y partos	71
6.5.2	Número de crías nacidas vivas por parto	73
6.6	MORTALIDAD	75
6.7	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	77
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
7.1	CONCLUSIONES	79
7.2	RECOMENDACIONES	79
	BIBLIOGRAFÍA	81

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Clasificación zoológica del cuy	24
Tabla 2. Consumo de forraje en cuyes	27
Tabla 3. Consumo de concentrado en cuyes	28
Tabla 4. Requerimientos nutricionales del cuy (%)	28
Tabla 5. Requerimiento de vitaminas	32
Tabla 6. Inclusión de harinas de origen animal en la suplementación	38
Tabla 7. Clasificación taxonómica del pasto kikuyo	41
Tabla 8. Composición química del kikuyo bajo fertilización orgánica y/o mineral (%)	42
Tabla 9. Análisis químico del kikuyo sin manejo agronómico	42
Tabla 10. Parámetros productivos de cuyes bajo diferentes dietas	43
Tabla 11. Consumo y coeficientes de digestibilidad de algunos forrajes	44
Tabla 12. Recolección y rendimiento del epitelio ruminal	48
Tabla 13. Suplementos concentrados empleados	49
Tabla 14. Análisis bromatológico de la HER y pasto kikuyo (%BS)	53
Tabla 15. Análisis bromatológico de los suplementos elaborados (%BS)	57
Tabla 16. Análisis microbiológico de la HER y HL	57
Tabla 17. Análisis de ácidos grasos de la HER y alimentos de origen animal	58
Tabla 18. Análisis parcial de costos de cada tratamiento	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de HER	48
Figura 2. Curva de consumo durante la fase reproductiva	60
Figura 3. Consumo de materia seca en fase de gestación	62
Figura 4. Consumo de materia seca en lactancia	63
Figura 5. Variación de peso de las hembras	65
Figura 6. Tamaño de camada	67
Figura 7. Variación de peso de la camada	70
Figura 8. Porcentajes de preñez y partos	72
Figura 9. Número de crías nacidas vivas por parto	73
Figura 10. Mortalidad de las crías	75

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1. Balance teórico de los suplementos utilizados	91
Anexo 2. Análisis químico proximal del pasto Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	93
Anexo 3. Análisis químico proximal de la harina de epitelio ruminal	94
Anexo 4. Análisis químico proximal del suplemento con 100% torta de soya	95
Anexo 5. Análisis químico proximal del suplemento con 30% de reemplazo de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal	96
Anexo 6. Análisis químico proximal del suplemento con 50% de reemplazo de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal	97
Anexo 7. Análisis microbiológico de la harina de epitelio ruminal	98
Anexo 8. Análisis ácidos grasos de la harina de epitelio ruminal	99
Anexo 9. Aportes nutricionales de las dietas en gestación y lactancia	100
Anexo 10. Análisis de varianza para consumo de forraje (MS) en gestación	101
Anexo 11. Análisis de varianza para consumo de suplemento (MS) en gestación	102
Anexo 12. Análisis de varianza para consumo total de materia seca en gestación	102
Anexo 13. Análisis de varianza para consumo de forraje (MS) en lactancia	102
Anexo 14. Análisis de varianza para consumo de suplemento (MS) en lactancia	103
Anexo 15. Análisis de varianza para consumo total de materia seca en lactancia	103
Anexo 16. Análisis de varianza para peso promedio a la monta	103

Anexo 17. Análisis de varianza para peso promedio al parto	104
Anexo 18. Análisis de varianza para Incremento de peso de la monta al parto	104
Anexo 19. Análisis de varianza para peso promedio de las hembras al destete	104
Anexo 20. Análisis de varianza para tamaño de camada al nacimiento	105
Anexo 21. Análisis de varianza para tamaño de camada al destete	105
Anexo 22. Análisis de varianza para peso promedio de la camada al nacimiento	105
Anexo 23. Análisis de varianza para peso promedio de la camada al destete	106
Anexo 24. Análisis de varianza para incremento de peso de la camada del nacimiento al destete	106
Anexo 25. Análisis de varianza para porcentaje de preñez	106
Anexo 26. Análisis de varianza para porcentaje de partos	107
Anexo 27. Análisis de varianza para número de crías nacidas vivas por parto	107
Anexo 28. Costos de alimentación	107
Anexo 29. Costo/Kg de suplemento	108
Anexo 30. Determinación del precio de venta de HER	108

GLOSARIO

EPITELIO RUMINAL: constituyen los residuos provenientes del proceso de escaldado del rumen y retículo de bovinos obtenidos en las plantas de beneficio animal.

HARINA DE EPITELIO RUMINAL (HER): es un subproducto de origen animal que se obtiene al procesar el epitelio ruminal convirtiéndolo en harina.

PORCENTAJE DE PARTOS: es el número de hembras que parieron entre el total de hembras al apareamiento por cien.

PORCENTAJE DE PREÑEZ: es el número de hembras preñadas entre el total de hembras al apareamiento por cien.

SUBPRODUCTO DE ORIGEN ANIMAL: es un producto obtenido tras el manejo industrial de algunas especies animales en donde se usan partes de ellos (recortes, vísceras, huesos, carne) y que bajo procesos de calentamiento, desecación y molturación; se pueden usar para diferentes propósitos, a excepción del consumo humano.

VARIACIÓN DE PESO: es el cambio de peso representado en pérdida o ganancia que sufre un animal en un periodo de tiempo.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la granja experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el corregimiento de Catambuco a 7 Km de la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño, a una altura de 2820 msnm, con una temperatura media de 12.3°C y una precipitación media anual de 939.4 mm.

El objetivo fue evaluar la harina de epitelio ruminal (HER) como suplemento del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) al primer parto en la fase reproductiva de cuyes (*Cavia porcellus*) para lo cual se contó con 72 animales (60 hembras y 12 machos) de línea mejorada, de 3 - 4 meses de edad, con pesos entre los 800 - 1000g. Se distribuyeron en un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro replicaciones, cada una conformada por 5 hembras y 1 macho en un sistema de apareamiento intensivo o continuo, alimentados bajo la siguiente dieta:

T0 = Pasto kikuyo + suplemento con 100% torta de soya (fuente proteica).

T1 = Pasto kikuyo + reemplazo del 30% de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal en un suplemento elaborado.

T2 = Pasto kikuyo + reemplazo del 50% de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal en un suplemento elaborado.

No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos de acuerdo con el análisis de varianza para las variables estudiadas tanto en crías como en reproductoras.

Se comprobó que el uso de harina de epitelio ruminal en la suplementación no tuvo un efecto negativo en el consumo de materia seca, los pesos de las hembras y crías, tamaños de camada, porcentaje de partos y preñez y en el número de crías nacidas vivas, parámetros que se encuentran dentro de lo reportado para la especie. Finalmente se demostró que esta materia prima es una alternativa viable en la alimentación de cuyes como reemplazo de la torta de soya disminuyendo los costos de producción.

ABSTRACT

The research was carried out in the experimental farm Botana, which belongs to the University of Nariño. It is located in Catambuco, 7 Km far away from San Juan de Pasto, with an attitude of 2820 masl, with a temperature of 12.3°C and an annual precipitation of 939.4 mm.

The objective was to evaluate the ruminal epithelium meal (REM) as a supplement of the kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) in the first birth in the reproductive phase of guinea pigs (*Cavia porcellus*). It was used 72 animals (60 female and 12 male) breeding line, 3 – 4 months old, a weight between 800 – 1000g. They were distributed in a completely randomized design (CRD) with three treatments and four replications, each consisting of five female and one male, in an intensive breeding system or continuous, fed with the following diet

T0 = Kikuyo grass + supplement with 100% soybean meal (protein source).

T1 = kikuyo grass + replacement of 30% of protein source (soybean meal) by REM in an elaborated supplement.

T2 = kikuyo grass + replacement of 50% of protein source (soybean meal) by REM in an elaborated supplement.

There weren't statistical differences among treatments according to the analysis of variance for the variables studied in the breeding and breeding female. it was checked that use of ruminal epithelium meal supplementation did not have negative effect in dry matter intake, the weights of the females and pups, the litter sizes, rates of pairing and pregnancy and number of pups born alive, parameters that are within those reported for the species. Finally, it was shown that this raw material is a viable alternative in the feed of guinea pigs as a replacement of the soybean meal and also it reduces production costs.

INTRODUCCIÓN

La actividad cuyícola en Nariño es muy representativa, siendo beneficiada por el apoyo que los diferentes organismos públicos han brindado con miras a su tecnificación, de esta forma los sistemas de crianza familiares o tradicionales van disminuyendo y se conducen a un nivel comercial, los cuales constituyen una fuente de alimento y recursos económicos para la comunidad.

En la producción de cuyes existe una gran necesidad de mejorar algunas prácticas de manejo para obtener mayores rendimientos. Entre ellas se encuentra la alimentación, que se basa en el uso de pastos y forrajes los cuales, en esta región generalmente tienen un manejo mínimo y se someten a condiciones climáticas adversas como heladas, encharcamientos o sequías, afectando su calidad nutricional. El pasto kikuyo bajo tales circunstancias, no suple todos los requerimientos del animal y por consiguiente requiere ser suplementado.

Esta suplementación se realiza generalmente por medio del uso de alimentos balanceados que presentan precios elevados, afectando económicamente a los productores y a los animales, debido a que a pesar de que dichos suplementos cuentan con una buena composición, no se ajustan a los requerimientos de cada etapa fisiológica y tampoco contemplan el aporte nutricional del pasto al total de la dieta.

Lo anterior conlleva a buscar alternativas de alimentación que permitan utilizar productos locales de bajo costo y buena calidad, tales como los subproductos de origen animal, fuentes proteicas importantes que disminuyen los costos de producción con respecto a otras materias primas como la torta de soya.

La harina de epitelio ruminal obtenida en las plantas de beneficio, ha sido evaluada por Parreño¹ en la alimentación de cuyes durante las fases de levante y ceba con resultados sobresalientes. Su contenido de proteína es mayor al de la torta de soya tal como lo indica este autor con 51%, además contiene 38% de grasas convirtiéndose en una buena fuente energética en la alimentación.

¹ PARREÑO SALAS, John Jairo. Valoración nutricional de la harina de epitelio ruminal en alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la fase de levante y ceba. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2012. p. 14.

Para manifestar lo siguiente, Caycedo *et al.*² expone que la alimentación en cuyes durante las fases de gestación y lactancia, influye en la precocidad, prolificidad y habilidad reproductiva de las hembras, y posteriormente en el tamaño y peso de las crías. Estos factores también se ven afectados al seleccionar animales para iniciar la reproducción en donde se tiene en cuenta el peso, edad fisiológica, calidad de sus progenitores determinados por medio de registros y algunas condiciones de manejo como la sanidad, instalaciones y medio ambiente.

En cuanto al manejo de las hembras durante la gestación se debe controlar el nivel de estrés provocado por la manipulación, visitas al galpón, las rutinas de aseo y suministro de alimento debido a que además del temperamento nervioso que caracteriza a estos animales puede provocar abortos, crías nacidas muertas y dificultades durante el parto.

Considerando que un buen nivel nutricional beneficia los parámetros productivos y reproductivos de los cuyes, se realizó la presente investigación con el fin de evaluar el efecto de la suplementación con harina de epitelio ruminal durante las fases de gestación y lactancia buscando un balance apropiado de proteína y energía que permita suplir sus requerimientos y evaluar los resultados obtenidos en las hembras y sus crías al primer parto.

² CAYCEDO, Alberto, *et al.* Producción Sostenible de Cuyes. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico, Agropecuario y Agroindustrial. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Vicerrectoría de Investigaciones Posgrados y Relaciones Internacionales, 2011. p. 50. ISBN 978-958-8609-00-3.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Miramac y Portillo³ indican que el cuy, como animal herbívoro, basa su alimentación en forrajes, los cuales están influenciados por factores como la estacionalidad climática y manejo agronómico, aspectos que alteran su productividad y valor nutritivo. Es por ello que Belalcázar y Narváez⁴ consideran que conviene usar suplementos, a pesar de que comercialmente presentan un precio elevado y conllevan a elevar los costos de alimentación.

Esta situación es causa directa de la fluctuación constante de precios de las materias primas de importación usadas en la elaboración de concentrados. La torta de soya, es el principal ingrediente proteico de este tipo de alimentos por lo cual, existe la necesidad de buscar otras alternativas de alimentación que beneficien nutricionalmente a los animales y económicamente al productor.

Por otro lado, cabe mencionar que las plantas de beneficio animal generan residuos que deben tratarse sanitariamente para disminuir el impacto ambiental, estos podrían constituirse en subproductos que procesados y evaluados adecuadamente, se usarían en alimentación de especies pecuarias.

³ MIRAMAC, John y PORTILLO, 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. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia, 2007. p. 25.

⁴ BELALCÁZAR, Luis y NARVÁEZ, Oscar. Valoración nutritiva del forraje colla negra (*Smallantus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), fases de levante y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia, 2008. p. 23.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Chauca afirma que dentro de la alimentación de cuyes “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”⁵.

Al respecto, la harina de epitelio ruminal es un subproducto que se ha evaluado en la suplementación de cuyes en las fases de levante y ceba, como fuente proteica en reemplazo de la torta de soya.

En tanto, el presente trabajo plantea un análisis investigativo, la pregunta que define el problema es: ¿De qué manera afecta la suplementación con harina de epitelio ruminal, la alimentación de cuyes al primer parto durante las fases de gestación y lactancia?

⁵ CHAUCA, Lilia. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Estudio FAO producción y sanidad animal 138 [online]. 1997 [citado 2013 – 05 – 23], p. 38.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la harina de epitelio ruminal como suplemento del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), al primer parto en la fase reproductiva de cuyes (*Cavia porcellus*).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una suplementación nutricional en base al aporte del pasto kikuyo en la dieta de los animales.
- Estimar el consumo de materia seca de los cuyes en gestación y lactancia.
- Evaluar la variación de peso de las hembras en su fase reproductiva.
- Determinar el tamaño y peso de la camada al nacimiento y destete.
- Calcular el porcentaje de preñez, partos y el número de crías nacidas vivas por parto de las hembras.
- Valorar el porcentaje de mortalidad en el experimento.
- Efectuar un análisis parcial de costos para cada tratamiento.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL CUY

Castro⁶ indica que el cuy es un animal precoz debido a que consume leche materna y forraje al poco tiempo de su nacimiento. A la semana de vida, duplica su peso a causa de la calidad nutricional de la leche materna. Su producción es recomendable hasta los 18 meses de vida ya que su rendimiento disminuye con la edad. El cuy se ha adaptado a una gran variedad de productos para su alimentación que van desde los desperdicios de cocina y cosechas hasta los forrajes y concentrados.

4.1.1 Clasificación zoológica. Muñoz *et al.*⁷ establecen la siguiente clasificación zoológica:

Tabla 1. Clasificación zoológica del cuy

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mamífera
Subclase	Theria
Infraclasse	Eutheria
Orden	Rodentia
Suborden	Histrichomorpha
Familia	Caviidae
Género	Cavia
Especie	<i>Porcellus</i>

Fuente: Caycedo *et al.*, 2004.

“Los Cavia son animales de piernas cortas, cuerpo ancho, cuello corto, dificultándose diferenciar la unión con el tronco, cabeza redondeada, hocico estrecho y redondo, de ojos grandes y pronunciados, orejas redondas, largas y cortas con escasez de pelo en ellas, cuatro dedos en las extremidades anteriores,

⁶ CASTRO, Hever Patricio. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar - comercial en el sector rural. Provo, Estados Unidos: Brigham Young University. Benson Agriculture and Food Institute [online]. 2002 [citado 2011 – 02 – 18], p. 6.

⁷ MUÑOZ CORDERO, Lydia *et al.* El cuy historia, cultura y futuro regional. San Juan de Pasto: Colombia gráfica. Alcaldía de Pasto. Subsecretaría de Programas y Proyectos UMATA, 2004. p. 55.

y tres en las posteriores, aunque esta característica es muy variable, presentándose hasta 5 o 7 dedos”⁸.

4.1 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY

Chauca⁹ menciona que el cuy se clasifica según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos presentes en el ciego.

De acuerdo con Caycedo *et al.*¹⁰, el alimento llega al estómago finamente molido, en el cual se realiza la digestión enzimática; inmediatamente se continúa con el duodeno del intestino delgado en donde se secreta la bilis, la cual contribuye con la digestión de las grasas; además la secreción de jugo pancreático que participa en la digestión de proteínas, carbohidratos y grasas. En el intestino delgado se realiza la mayor absorción de nutrientes y, de la ingesta que llega al final de este, ingresan al ciego los alimentos con partículas menores a 0.5 cm¹¹.

Chauca¹² incluso afirma que la celulosa de la dieta retrasa los movimientos del contenido intestinal aumentando la capacidad de absorción de nutrientes, en donde el ciego e intestino grueso absorben la mayor cantidad de ácidos grasos de cadena corta. La absorción de otros nutrientes se hace en el estómago e intestino delgado incluyendo ácidos grasos de cadena larga.

Chauca¹³, al citar a Reid menciona que la flora bacteriana del ciego contribuye con el aprovechamiento de la fibra. En otras investigaciones, Aliaga *et al.*¹⁴ demostraron que el metabolismo del ciego influye eficazmente en la síntesis de microorganismos, vitamina K y en la mayoría de las vitaminas del complejo B.

Según Holstenius y Bjornhag, citados por Chauca, “la producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B es realizada por microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a

⁸ Ibid., p. 55.

⁹ CHAUCA. Op. cit., p. 37.

¹⁰ CAYCEDO, *et al.* Op. cit. p. 92.

¹¹ Ibid., p. 93.

¹² CHAUCA. Op. cit., p. 37.

¹³ REID, Citado por CHAUCA. Op. cit., p. 37.

¹⁴ ALIAGA RODRÍGUEZ, Luis, *et al.* Producción de Cuyes. Lima, Perú: Fondo Editorial UCS. Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2009. p. 298. ISBN 978-612-403-00-00.

cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecotrofia, que consiste en la ingestión de cagarrutas”¹⁵.

Caycedo¹⁶ refiere que estudios realizados han indicado que el cuy puede aprovechar las proteínas de las células bacterianas presentes en el ciego y reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico no digeridos en el intestino delgado por medio de la actividad cecotrófica, la cual ha sido evaluada mediante pruebas de digestibilidad.

Saravia, citado por Caycedo *et al.*¹⁷ manifiesta que la actividad cecotrófica evaluada por medio de dichas pruebas produjeron mejores resultados para forrajes de mediana calidad como la planta de maíz, en comparación con la digestibilidad de este forraje sin cecotrofia. Su efecto es menor con forrajes de buena calidad como la alfalfa.

4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Caycedo *et al.*¹⁸ aseveran que la nutrición y alimentación son actividades básicas en la producción de cuyes en donde se requiere conocer sus hábitos alimenticios, su acción digestiva en la transformación de alimentos, aprovechamiento de nutrientes y sus necesidades nutricionales para cada etapa fisiológica.

En referencia, Aliaga *et al.* manifiestan que “las necesidades nutricionales se refieren a los niveles de nutrientes que los cuyes requieren y deben ser suplidos en su ración. Estas son necesidades para mantenimiento, producción, crecimiento, gestación y lactancia. Los cuyes adultos o reproductores hacen dietas de mantenimiento en mayor proporción que los de crecimiento.”¹⁹.

4.3.1 La nutrición en la fase reproductiva de cuyes. Chauca *et al.* refieren que el manejo de la alimentación en la etapa reproductiva es determinante en el éxito

¹⁵ HOLSTENIUS y BJOMHAG, Citados por Chauca. Op. cit., p. 37.

¹⁶ CAYCEDO. Experiencias Investigativas en la Producción de Cuyes, Op cit. p 96.

¹⁷ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p 93.

¹⁸ Ibid., p. 92.

¹⁹ ALIAGA RODRÍGUEZ, *et al.* Op. cit., p. 300.

de la crianza. Cualquier detrimento de la calidad de la ración, actúa directamente sobre la prolificidad de las madres, reflejándose en el menor número de crías²⁰.

En causa a lo expuesto, Chauca afirma que “mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo que se aproveche su precocidad, prolificidad así como su habilidad reproductiva²¹.”

Aliaga *et al.*²², al citar a Martínez, establece que durante la reproducción, los problemas de infertilidad y demora en la madurez sexual pueden producirse por deficiencias nutricionales durante el crecimiento o cuando existe una sobrealimentación energética. Los requerimientos energéticos de las hembras son más críticos durante el último tercio de la gestación, debido a un mayor desarrollo del feto.

En relación a la lactancia, Aliaga *et al.*²³ afirman que al igual que en otras etapas fisiológicas del cuy, se necesita un balance nutricional apropiado teniendo en cuenta el requerimiento de proteína y energía, minerales y vitaminas por motivo de la producción de leche de la madre por lo cual, se deben suministrar estos nutrientes para evitar pérdidas de peso y problemas en una futura preñez.

4.3.2 Consumo de alimento en cuyes. En las tablas 2 y 3 se muestra el consumo de alimento del cuy en sus diferentes fases, aunque Caycedo *et al.* aclaran que el consumo de forraje puede variar según la ingesta de alimentos balanceados y la temperatura del medio.

Tabla 2. Consumo de forraje en cuyes

FASES	EDAD	CONSUMO (g)
Gazapo	hasta 15 días	100
Levante	15 – 45 días	250
Levante	45 – 60 días	350
Engorde	60 – 120 días	450
Gestación	Adulto	450
Lactancia	Adulto	450

Fuente: Caycedo, 2000, Citado por Caycedo *et al.*, 2011²⁴.

²⁰ CHAUCA FRANCIA, Lilia, *et al.* Proyecto sistemas de producción de cuyes. Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), 1994. p. 23 (Tomo 2).

²¹ CHAUCA. Op. cit., p. 38.

²² MARTÍNEZ, Citado por ALIAGA *et al.* Op. cit., p. 300.

²³ Ibid., p. 300.

²⁴ CAYCEDO, Citado por Caycedo *et al.* Op. cit., p. 101.

Tabla 3. Consumo de concentrado en cuyes

Fase	Gramos
Gazapos	10
Levante	20
Adultos	50

Fuente: RAMOS, 2009.²⁵

Caycedo *et al.*²⁶ mencionan que el principal alimento de los cuyes está constituido por pastos y forrajes, cuya dieta se conforma de pastos cultivados, árboles forrajeros y algunas arvenses. Igualmente, el cuy tiene la capacidad de consumir una gran variedad de subproductos industriales y agrícolas, suplementos concentrados peletizados, en forma de harinas o bloques nutricionales.

4.3.3 Requerimientos nutricionales. Caycedo, citado por Muñoz *et al.*²⁷ ha investigado acerca del requerimiento nutritivo de los cuyes en sus diferentes etapas productivas (tabla 4).

Tabla 4. Requerimientos nutricionales del cuy (%)

Nutrientes	Etapa		
	Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	18	18 – 22	13 – 17
ED* (Kcal/kg)	2800	3000	2800
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

*Energía digestible.

Fuente: Caycedo, 1990, Citado por Muñoz *et al.*²⁸, 2004.

²⁵ RAMOS OBANDO, Lesvy. Manejo sostenible del cuy. En: Encuentro Internacional de Monogástricos (10: 23 – 24, noviembre: Pasto, Nariño). Memorias. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2009. p. 26.

²⁶ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 100, 101.

²⁷ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 84.

²⁸ CAYCEDO, Citado por MUÑOZ, *et al.*, p. 84.

4.3.3.1 Necesidades de proteína. Según Caycedo, “las proteínas y sus componentes, los aminoácidos son nutrientes indispensables para el cuy desde la formación del producto de concepción, para lograr buenos pesos al nacimiento y destete, en su crecimiento y desarrollo, como también para la producción de leche y alcanzar una buena fertilidad²⁹”.

A su vez, Caycedo *et al.*³⁰, al citar a Martínez, indica que es necesario evitar el exceso o déficit de proteína en la ración ya que cuando hay excesos se producen desbalances en la relación proteína:energía, se disminuyen los rendimientos del animal y se incrementan los costos de la ración. En raciones deficientes de proteína se presenta menor peso al nacimiento, bajas ganancias de peso, disminución de la fertilidad y escasa producción de leche de las madres.

Muñoz *et al.*³¹ establecen que el requerimiento de proteína de cuyes lactantes es de 20 – 22%, en levante y engorde 14 – 18%, en gestación y lactancia 18 – 20%. Al respecto, Correa³² recomienda un 20% durante la gestación y de 18 a 22% en lactancia.

4.3.3.2 Necesidades de energía. Barreto afirma que: “la energía necesaria para los animales proviene de los alimentos compuestos por carbohidratos, grasas y proteínas que, además de proveer nutrientes al animal suministran también energía para regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales, el crecimiento, la actividad, la producción y la reproducción”³³.

Vergara, citado por Aliaga *et al.* manifiesta que “los cuyes son capaces de regular el consumo de alimento en función a la concentración de energía, lo cual influye sobre el crecimiento y la tasa de conversión de alimento”³⁴.

Con relación a lo expuesto, Carrasco, citado por Aliaga *et al.*³⁵ indica que los cuyes responden adecuadamente ante el suministro de alimentos energéticos y

²⁹ CAYCEDO. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 98.

³⁰ MARTÍNEZ, Citado por CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 96.

³¹ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 82.

³² CORREA, Ramón. La crianza del cuy. San Juan de Pasto: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 1988. p. 20, 21.

³³ BARRETO, Leonor. Guía didáctica del curso Nutrición y Alimentación Animal. Bogotá D.C.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Zootecnia, 2005. p. 42

³⁴ VERGARA, Citado por ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 306.

³⁵ CARRASCO, Citado por ALIAGA, *et al.*, p. 306.

que por ello, se han logrado mejores resultados productivos con raciones de 70.8% que con 62.6% de NDT. A su vez, Aliaga *et al.* agregan que “el contenido de nutrientes digestibles totales en las raciones balanceadas para cuyes varía entre 62 a 70%”³⁶.

4.3.3.3 Necesidades de grasas. Caycedo *et al.*³⁷ mencionan que los requerimientos de grasas en cuyes corresponden a ácidos grasos insaturados. Es recomendable un nivel del 3% en la ración, lo cual evita problemas de retardo en el desarrollo, úlceras en la piel, dermatitis, pobre crecimiento de pelo y caída del mismo, presentados generalmente por deficiencia de este nutriente.

Aliaga *et al.*³⁸ afirman que el consumo excesivo de energía no es perjudicial, excepto que causa una deposición notable de grasa y, algunas veces, puede afectar el desempeño reproductivo.

4.3.3.4 Necesidades de fibra. Caycedo *et al.* dice que:

La fibra tiene importancia en la composición de las raciones para cuyes y es el principal sustrato energético para la flora microbial presente en el ciego, además de favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, retardando el pasaje del bolo alimenticio a través del tracto digestivo. El aporte de fibra está dado por el consumo de forraje, el cual es variable dependiendo de la especie forrajera y de la madurez de la planta. Estos pastos deben cubrir del 9 al 18% de fibra en la ración total, que es el requerimiento de esta especie³⁹.

Aunque el cuy es un animal monogástrico al igual que las aves y los cerdos, requiere consumir mayor cantidad de fibra que estos para contribuir con el funcionamiento normal de su aparato digestivo⁴⁰.

4.3.3.5 Necesidades de agua y materia seca. Aliaga *et al.*⁴¹ aseveran que el agua constituye entre el 60 - 70% del organismo animal. No es un nutriente sino que es esencial para los cuyes pues actúa como componente de tejidos

³⁶ ALIAGA, *et al.*, p. 306.

³⁷ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 97.

³⁸ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 306.

³⁹ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 97.

⁴⁰ EGAS V., Lucy y CAYCEDO, Alberto. Curso sobre aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes. San Juan de Pasto: Secretaría de Agricultura y Fomento de Nariño. Universidad de Nariño. Sistema de Investigaciones, 1992. p. 16.

⁴¹ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 301, 302.

corporales, también como solvente y transportador de nutrientes. Todos los alimentos se forman inicialmente por agua y materia seca. El contenido de agua es muy variable porque depende de la especie, estado vegetativo, estación, naturaleza del suelo y del alimento. Los animales destetados consumen entre 3 y 4 ml de agua por cada g de materia seca consumida, mientras que los adultos de 4 a 7 ml.

Muñoz *et al.* dice que “el suministro de agua, aumenta la fertilidad y el número de crías nacidas y destetadas, disminuye la mortalidad en todas las fases fisiológicas, el peso de las crías es mayor al nacimiento y al destete, las madres alcanzan mejores pesos al parto y se reducen las pérdidas de peso en lactancia”⁴².

4.3.3.6 Necesidades de minerales y vitaminas. Muñoz *et al.* mencionan que “los minerales son importantes en el crecimiento, conservación, reproducción y funcionamiento de los tejidos corporales de acuerdo al potencial productivo del animal; muchas veces puede resultar insuficiente la cantidad que el cuy recibe en los pastos, de allí que es necesaria la suplementación de estos de acuerdo a su función productiva”⁴³.

Martínez, citado por Burgos y Esparza⁴⁴ establece que es fundamental mantener una relación calcio:fósforo adecuada de 2:1 para evitar problemas metabólicos. Los requerimientos de estos minerales en las fases de gestación y lactancia de cuyes son 1.4 y 0.8% respectivamente.

Caycedo expone que “los minerales y las vitaminas son requeridos en pequeñas cantidades y pueden suplirse con pastos y suplementos de buena calidad”. La vitamina C “no es sintetizada por el organismo del cuy debido a la deficiencia de la enzima gulonolactosa oxidasa. La carencia de esta produce pérdida del apetito, disminución del crecimiento y parálisis de los miembros posteriores. El cuy necesita 200 mg/Kg de peso vivo, constituyéndose los pastos verdes, en fuentes importantes”⁴⁵.

⁴² MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 96.

⁴³ Ibid., p. 97.

⁴⁴ BURGOS, Marly y ESPARZA, Esteban. Respuesta nutricional de los cuyes en fases de levante y engorde alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) obtenida en residuos orgánicos. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2006. p. 14.

⁴⁵ CAYCEDO. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Op. cit., p. 103.

Rico⁴⁶ dice que las vitaminas son esenciales para el crecimiento rápido de los animales, beneficiar la reproducción y proteger contra enfermedades (tabla 5).

Tabla 5. Requerimiento de vitaminas

Valores	Mg
B caroteno	12
Alfa tocoferol	60
Vitamina K	10
Vitamina C	200
Tiamina	16
Riboflavina	16
Niacina	50
Colina	1.5 g

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals. Universidad de Nariño, 1990 .
Citado por Caycedo, *et al.*⁴⁷, 2011.

4.4 REPRODUCCIÓN DEL CUY

Castro⁴⁸ define la reproducción como “el acto que permite perpetuar a las especies, mediante el cruce de la hembra y el macho para fecundar un embrión que luego dará origen a un nuevo animal”.

Ortegón y Morales⁴⁹ mencionan que desde que la crianza de los cuyes se constituye en una empresa lucrativa, la rentabilidad adquiere una gran dimensión. Por consiguiente, es necesario actuar sobre los diversos factores que la afectan: aumento de número de partos/hembra y de gazapos nacidos por camada, el desarrollo del gazapo y su peso al momento del destete, alimentación, construcciones y sanidad.

⁴⁶ RICO NUMBELA, Elizabeth. Alternativas de alimentación en cuyes en crianzas familiares. En: curso y congreso latinoamericano de cuyicultura y mesa redonda sobre cuyicultura periurbana (5:11 – 14 octubre: Puerto Ayacucho, estado Amazonas). Memorias. [online] Venezuela: 2000. [citado 2012 - 05 - 31], p. 24 – 37.

⁴⁷ CAYCEDO, *et. al.* Op. cit. p. 99, 100.

⁴⁸ CASTRO. Op. cit., p. 10.

⁴⁹ ORTEGÓN MORALES, Margarita y MORALES ALARCÓN, Fernando. El Cuy. San Juan de Pasto: Ediciones técnicas Marmor, 1987. p. 216.

Según Dávalos⁵⁰ es importante conocer la fisiología reproductiva del cuy con el fin de facilitar la identificación de las patologías reproductivas en los animales y tener en cuenta la influencia de situaciones que pueden desencadenar grandes problemas en el galpón como el estrés.

4.4.1. Ciclo estral. Ortegón y Morales⁵¹ refieren que es la actividad cíclica determinada por la coordinación de la hipófisis, hipotálamo y ovarios, cuyas fases son: proestro, estro o celo, posestro y diestro.

Castro menciona que “los cuyes son poliestrales durante todo el año. Los celos aparecen cada 16 días y es la época propicia para que la hembra quede preñada. El ciclo estral desaparece con la preñez”⁵².

4.4.2 Sistema de apareamiento. Muñoz *et al.* indican que “existen varios sistemas de apareamiento según el objeto de la producción y se definen teniendo en cuenta el aprovechamiento o no del celo post – parto”⁵³. El más común es el sistema intensivo o continuo en el cual, según Aliaga *et al.*⁵⁴, las madres paren en presencia del macho y aprovechan su celo post parto, por tanto las hembras no tienen descanso sexual y los partos suceden cada setenta días aproximadamente. Debido al desgaste de los animales, se requiere mejorar el cuidado de la alimentación para que la productividad no decaiga.

Bajo este sistema, Chauca⁵⁵ indica que el destete de las crías se realiza a los 15 días de edad. Durante la lactancia las crías reciben del calostro y leche materna los nutrientes y anticuerpos que necesitan para iniciar su crecimiento y desarrollo.

4.4.3 Pubertad. Según Caycedo *et al.*, “el desarrollo de la madurez sexual de los cuyes está determinado por factores como manejo y alimentación. La pubertad en una hembra se presenta entre los 33 y 70 días de edad y en el macho entre los 50 y 70 días de edad. Se considera que una hembra está apta para el primer servicio o monta cuando alcanza un peso de 750 gramos aproximadamente entre las 8 y

⁵⁰ DÁVALOS, Rosa. Problemas reproductivos en la crianza de cuyes. Perú: Universidad Mayor de San Marcos. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Estación Experimental - El MANTARO [online], 2010. [citado 2013 – 04 – 16], p. 3.

⁵¹ ORTEGÓN y MORALES. Op. cit., p. 219.

⁵² CASTRO. Op. cit., p. 10.

⁵³ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 73.

⁵⁴ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 211.

⁵⁵ CHAUCA. Op. cit., p. 23, 20.

10 semanas de edad para cuyes mejorados”⁵⁶. Por su parte Moncayo⁵⁷, menciona que la edad de los cuyes para iniciar su vida reproductiva depende del tipo, mejoramiento genético, precocidad y manejo recibido a partir del destete.

4.4.4 Gestación. De acuerdo con Castro⁵⁸, “la gestación es el periodo de tiempo que dura la formación de un nuevo cuy en el vientre de la hembra. El tiempo promedio es de 67 días y varía según el tamaño de la camada”. De ahí que Beltrán, citado por Gamboa y Sotelo⁵⁹ afirma que los periodos más largos de preñez son más extensos para camadas unigénitas y más cortos para camadas numerosas.

4.4.5 Parto. Chauca⁶⁰ menciona que el parto se presenta generalmente en la noche y se tarda entre 10 - 30 minutos. Las crías nacen maduras con ojos y oídos funcionales, con incisivos y cubiertos de pelo. Al nacer, la madre limpia y lame a las crías estimulando la circulación y suministrándoles calor. Poco después de su nacimiento, los gazapos inician el consumo de calostro.

4.4.6 Lactancia. Muñoz *et al.*⁶¹ afirman que la hembra ofrece inmunidad a las crías suministrándoles calostro. La producción máxima de leche se alcanza a los 7 días post parto, descendiendo notoriamente a los 13 días. Su valor proteico es de 11,19% superior al de otras especies. Los cuyes lactantes consumen alimento sólido (forraje y concentrado) a partir del segundo día de vida, los consumos son bajos y aumentan del séptimo día en adelante.

4.4.7 Destete. Ortegón y Morales⁶² lo definen como el tiempo transcurrido desde el nacimiento de la cría hasta la separación de su madre. La edad de destete se encuentra entre los 10 y 14 días. Durante este proceso se debe clasificar a los animales por sexo, seleccionar por peso y ubicar en su respectiva jaula o poza para continuar con la fase de levante.

⁵⁶ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 50.

⁵⁷ MONCAYO GALLIANI, Roberto. Crianza comercial de cuyes y costos de producción. En: Curso y congreso latinoamericano de cuyicultura y mesa redonda sobre cuyicultura periurbana (5:11 – 14 octubre: Puerto Ayacucho, estado Amazonas). Memorias. Venezuela: Gobernación Estado de Amazonas [online]. 2000 [citado 2013 - 04 - 25], p. 63.

⁵⁸ CASTRO. Op. cit., p. 11.

⁵⁹ GAMBOA, Janeth y SOTELO, Sergio. Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína en la suplementación de cuyes (*Cavia porcellus*) lactantes manejados con cerca gazapera. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2000. p 14.

⁶⁰ CHAUCA. Op. cit., p. 18.

⁶¹ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 73.

⁶² ORTEGÓN y MORALES. Op. cit., p. 233.

4.5 GENERALIDADES DEL RUMEN

Gloobe⁶³ indica que el rumen es el primer pre estómago de los rumiantes y el de mayor tamaño. A su vez, Relling y Mattioli⁶⁴ afirman que sus paredes se componen por cuatro capas o tunicas: mucosa, submucosa, muscular y serosa.

✓ La túnica mucosa se recubre por un epitelio plano estratificado queratinizado y aglandular.

Dellman y Brown⁶⁵ añaden que:

✓ La túnica submucosa está formada por tejido conjuntivo laxo y por fibras colágenas y elásticas.

✓ La túnica muscular se conforma de dos capas de tejido muscular liso.

✓ La túnica serosa está constituida por tejido conjuntivo colágeno y elástico y recubierto de mesenterio.

En relación al tipo de proteínas del rumen, se destaca que aún no se ha realizado ninguna caracterización. Sin embargo, al considerarse su tipo de epitelio y tejidos encontrados se deduce que está conformado por cinco tipos de proteínas: queratina, colágeno, elastina, actina y miosina⁶⁶.

4.6 SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL

El Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA)⁶⁷ sostiene que los subproductos de origen animal son aquellos materiales considerados como residuos (recortes,

⁶³ GLOOBE, Hanan. Anatomía aplicada del bovino. San José, Costa Rica: Servicio Editorial IICA [online], 1989. [citado 2012 – 08 – 15] p. 89.

⁶⁴ RELING, Alejandro y MATTIOLI, Guillermo. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Ciudad de La Plata, Argentina: Editorial EDULP [online], 2003. [citado 2012 – 08 – 15] p. 6.

⁶⁵ DELLMAN, Horst – Dieter y BROWN, Esther M. Histología veterinaria. Traducido del inglés por Tarazona, J. M. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1980. p. 257.

⁶⁶ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COMAHUE. Proteínas – tejido conjuntivo. Argentina: Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud [online], [citado 2012 – 08 – 15] p. 14.

⁶⁷ INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO (AINIA). Mejores técnicas disponibles para la industria de aprovechamiento de subproductos de origen animal. España: Registro Estatal de Emisiones Contaminantes [online], [citado 2013 – 04 -13]. p. 5, 6.

huesos, vísceras, etc.), transformados industrialmente en varios productos, entre los que se encuentran principalmente las grasas y las harinas de carne y hueso. Así mismo, el AINIA agrega que las harinas son productos estabilizados que se utilizan en la alimentación animal, fabricación de piensos, fertilizantes y otros compuestos.

Con relación a la industria frigorífica, Figueroa y Sánchez dicen que “los diferentes desechos obtenidos a partir del faenado de animales para el abasto, dadas sus características nutricionales, en muchas partes representan una fuente de nutrientes muy valiosa para la elaboración de alimentos balanceados para animales”⁶⁸; Por su parte McDonald *et al.*⁶⁹ añaden que su inclusión en pequeñas cantidades en las raciones de los animales monogástricos puede compensar las deficiencias de algunos aminoácidos esenciales que se presentan cuando reciben raciones en que la proteína es totalmente de origen vegetal. Además, suelen aportar cantidades significativas de minerales y vitaminas del complejo B.

Cho y Kaushik, citados por Bureau mencionan que para el uso de estas materias primas en la formulación y producción de dietas, debe considerarse que:

La composición química (nutrientes, energía, antinutrientes, contaminantes) del ingrediente tiene un papel determinante en la calidad. Sin embargo, los aspectos biológicos, como la digestibilidad y utilización de nutrientes, son muy importantes pero a menudo, se pasan por alto. La pérdida de materia indigerible de la dieta en forma de heces, es la principal razón de la variación en el valor nutritivo de los ingredientes alimenticios⁷⁰.

En cuanto a estos subproductos, Dyce, Sack y Wensinc⁷¹ aseveran que el epitelio ruminal proviene de la limpieza del rumen del ganado bovino, el cual contiene gran cantidad de sebo y una buena resistencia a la abrasión; debido a que presenta

⁶⁸ FIGUEROA, Vilda y SÁNCHEZ, Manuel. Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. En: Memorias de un taller regional (1:5 – 8, septiembre, 1994: La Habana, Cuba). Memorias. Roma: Investigaciones Porcinas (IIP) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) [online], 1997 [citado 2013 – 04 – 24], p. 95.

⁶⁹ MCDONALD, Peter, *et. al.* Nutrición animal. Traducido por Rafael Sanz Arias. 5 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A., 1999. p. 497.

⁷⁰ CHO y KAUSHIK, Citados por BUREAU, Dominique P. Utilización de harinas de origen animal en la nutrición de peces. Guelph, Canadá: Department. of Animal and Poultry Science. University of Guelph. [online] [citado 2013 - 04 –13]. p. 2.

⁷¹ DYCE, K.; SACK, W. y WENSINC, C. Anatomía Veterinaria. 3 ed. Madrid, España: El manual moderno, 2007. p. 25.

restos de forraje adheridos a su superficie, su coloración va desde café marrón a verde oscuro.

4.6.1 Normas para la producción y comercialización de harinas de origen animal. Debido a las condiciones higiénicas, microbiológicas y nutricionales de los subproductos de origen animal obtenidos en las plantas de beneficio se hace necesario establecer normas que regulen su manejo y uso en la alimentación animal. Por esta razón, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como entidad responsable del registro, vigilancia y control de la producción y comercialización de los alimentos para animales establece lo siguiente sobre su procesamiento en forma de harinas:

“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)”⁷².

Así mismo se debe considerar que las diferentes especies animales presentan prohibiciones o restricciones de este tipo de alimentos en su dieta. Tal es el caso de los rumiantes, como se establece en el artículo 1 de la resolución 0991 de 2001: “prohibir el uso de carne, de sangre, de hueso vaporizadas y de despojos de mamíferos nacionales o importadas en la alimentación de rumiantes y en la elaboración de abonos y fertilizantes”⁷³.

Cabe mencionar las siguientes resoluciones instituidas por el ICA⁷⁴ que los productores de las harinas de origen animal deben tener en cuenta para su respectivo registro, producción y comercialización:

⁷² INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 0991 (1 junio de 2001). Por medio de la cual se prohíbe el uso de harinas de carne, de sangre, de hueso (vaporizados), de carne y hueso y de despojo de mamíferos para la alimentación de rumiantes. Bogotá D. C.: Resoluciones ICA [online]. 2001 [citado 2013 – 04 – 29], p.4.

⁷³ Ibid., p. 2.

⁷⁴ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Evaluación y reforzamiento del sistema de prevención de la encefalopatía espongiforme bovina y el sistema de control de calidad de los piensos – aspectos legislativos. Informe. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) [online]. 2003 [citado 2013 – 04 – 29], p. 4 – 7.

- ✓ Resolución 1698 de 2000
- ✓ Resolución 2538 de 2000
- ✓ Resolución 0991 de 2001
- ✓ Resolución 2028 de 2002
- ✓ Resolución 3794 de 2002

4.6.2 Alimentación suplementaria en cuyes. Existen variados alimentos suplementarios para cuyes entre los que se encuentran los suplementos concentrados, cubos multinutricionales y arvenses. Los primeros se formulan con materias primas que aportan diferentes nutrientes como proteína, energía, fibra, minerales y vitaminas; algunos recursos alimenticios que bien manejados, se han incluido en su fabricación son los subproductos de origen animal⁷⁵.

Chauca⁷⁶ sostiene que en la alimentación de cuyes, lo ideal es suministrar fuentes proteicas de origen vegetal y animal. Entre estas últimas se encuentran las harinas de pescado, vísceras de pescado y de sangre, las cuales tienen limitantes en su inclusión en la fabricación de concentrados aunque aún no se encuentran establecidas las restricciones en la dieta. En la tabla 6 se muestran algunos resultados investigativos de la autora en mención:

Tabla 6. Inclusión de harinas de origen animal en la suplementación

Fuentes proteicas	Porcentajes	
	Mínimos	Máximos
Harina de pescado	2	12
Harina de vísceras de pescado	5	10
Harina de sangre	5	18

Fuente: Chauca, 1997.

Entre otros estudios sobre el uso de subproductos de origen animal en la alimentación de cuyes, Burgos y Esparza⁷⁷ utilizaron harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en niveles de 50 y 100% de reemplazo de la torta de soya en el suplemento los cuales, bajo ciertas condiciones de manejo en cuyes de levante y ceba, produjeron mayor masa muscular y menor cantidad de grasa en las canales.

⁷⁵ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 120.

⁷⁶ CHAUCA. Op. cit. p. 31, 49.

⁷⁷ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 67 – 68.

Delgado, del Carpio y Guerrero⁷⁸ evaluaron diferentes niveles de melaprosan (60% melaza – 40% harina de sangre) y determinaron que el nivel óptimo sería 35% en el concentrado, en donde los índices productivos (ganancia diaria de peso, consumo de alimento en materia seca y conversión alimenticia en cuyes en crecimiento) fueron sobresalientes.

De la misma manera Orellana, Castro y Chirinos⁷⁹, tras evaluar diferentes niveles (0, 5, 10, 15 y 20%) de harina de sangre de asnos (HSA) en reemplazo con la harina de pescado (HPSC) en la alimentación de cuyes en crecimiento, determinaron que los mejores resultados se lograron al sustituir totalmente la HPSC por la HSA; resultado que les indicó que la HSA puede constituir la principal fuente proteica de los suplementos concentrados para cuyes.

En la fase reproductiva, Jaramillo y Guerrero⁸⁰ evaluaron el estiércol de cerdo y contenido ruminal con y sin úrea usando cubos multinutricionales identificando que los animales no presentaron problemas de toxicidad ni se presentaron diferencias en los pesos de las madres y crías y los tamaños de camada frente al tratamiento testigo (concentrado comercial).

4.6.3 Antecedentes sobre el uso del epitelio ruminal en alimentación de cerdos y cuyes. En vista de que tras el escaldado del rumen y retículo de los bovinos sacrificados en la empresa FRIGOVITO S.A. se produce diariamente en promedio 65 Kg⁸¹ de epitelio ruminal y que su salida de la planta conlleva a ocasionar un impacto ambiental negativo, comenzó un interés por encontrar mejores prácticas de manejo para su uso en la alimentación animal.

⁷⁸ DELGADO, G.; CARPIO, A. del y GUERRERO, J. Niveles de harina de sangre en la alimentación suplementaria de cuyes en crecimiento. Lima, Perú: Investigaciones en cuyes. Resúmenes, 1994. p. 69.

⁷⁹ ORELLANA T.; CASTRO, J. y CHIRINOS, D. Harina de sangre de asnos como sustituto de la harina de pescado en suplementos de cuyes en crecimiento. Lima, Perú: Investigaciones en cuyes, 2008. p. 112. (Tomo II).

⁸⁰ JARAMILLO ENRIQUEZ, Sandra Liliana y GUERRERO MARMOL, Oscar Edmundo. Evaluación del estiércol de cerdo y contenido ruminal con y sin úrea en cubos multinutricionales en la fase reproductiva de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Zootecnia, 1992. p. 2, 84, 85.

⁸¹ PARREÑO. Op. cit., p. 31.

(*) CABRERA, Elmer Javier y PARREÑO, Jhon Jairo. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. Información personal, 2010.

(*) MUÑOZ, Elver. FRIGORÍFICO FRIGOVITO S.A. Jongovito, Pasto. Comunicación personal, 2012.

Inicialmente el epitelio ruminal comenzó a suministrarse a animales propios de la empresa (cerdos en las fases de levante y ceba) como alimento fresco y se observó un buen consumo, a partir de allí surgió la iniciativa de convertirlo en un subproducto y evaluarlo nutricionalmente.

En vista de ello se procesó (*) el epitelio en forma de harina por medio de deshidratación y molido; en estas etapas, se pudo apreciar su considerable cantidad de sebo que lo hacían susceptible a la rancidez, restos de forraje adheridos así como también partículas compactas, que según Muñoz (*), podrían deberse a la presencia de colágeno y/o queratina.

La evaluación del material en la alimentación de cerdos no fue posible debido, principalmente, a los factores económicos que ello implicaba; así que se estudió en cuyes (fases de levante y ceba) en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño en donde Parreño⁸² realizó un procesamiento industrial del epitelio, llamándolo: harina de epitelio ruminal (HER). Los resultados en algunos parámetros productivos como ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal fueron favorables y no hubo problemas de palatabilidad, intoxicación o mortalidad ocasionada por el alimento; de esta manera se continuó con el presente trabajo investigativo en la fase reproductiva de esta especie agregando además del análisis químico proximal, el análisis microbiológico y de ácidos grasos.

Así las cosas, se resalta que este subproducto presenta un buen potencial para su investigación y aprovechamiento como fuente proteica y/o energética de origen animal.

4.7 GENERALIDADES DEL PASTO KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*)

Carrera⁸³, al citar a Osorno y Roldán expone que el pasto kikuyo presenta la siguiente clasificación:

⁸² PARREÑO. Op. cit., p. 14.

⁸³ OSORNO y ROLDÁN, Citados por CARRERA ESCOBAR, Isabel Cristina. Fertilización del kikuyo con tres fuentes nitrogenadas, dos sólidas y una líquida en tres niveles y dos frecuencias. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. Sangolquí – Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, 2011. p. 24.

Tabla 7. Clasificación taxonómica del pasto kikuyo

Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Familia	Gramínea
Género	Pennisetum
Especie	<i>Clandestinum</i>

De acuerdo con Bernal⁸⁴, el pasto kikuyo constituye una de las gramíneas más comunes y mejor adaptadas a la zona de clima frío. Su desarrollo se dificulta en suelos muy pobres, tolera la sequía pero se ve afectado por las heladas y el encharcamiento; es de duración perenne.

Estrada⁸⁵ manifiesta que debido a estas características y a pesar de que proviene del África, el pasto kikuyo ha sido considerado por los agricultores como un pasto nativo. En Colombia puede adaptarse satisfactoriamente entre los 2200 y 3000 msnm y una precipitación entre los 750 – 1000 mm por año. Se extiende en forma superficial, sus raíces son profundas, presenta gruesos rizomas y desarrolla raíces en sus nudos. Los tallos pueden crecer de forma erecta hasta los 80 cm. Sus flores son muy inconspicuas, florece en las primeras horas de la mañana y desaparece en las horas de la tarde. Sus semillas se ubican en las axilas de las hojas en donde se ocultan, de ahí su nombre “clandestinum”. La formación de césped denso lo clasifica entre las gramíneas de alta cobertura.

En relación a su valor nutricional, Aliaga *et al.*⁸⁶ aseguran que el pasto kikuyo presenta variaciones las cuales, dependen de la humedad, fertilidad del suelo y manejo en la fertilización. Al respecto, Apráez, Escobar y López⁸⁷ reportaron su composición bajo condiciones de labranza mínima y diferentes niveles de fertilización orgánica y/o mineral (tabla 8). De la misma manera, Apráez y

⁸⁴ BERNAL EUSSE, Javier. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 4 ed. Bogotá D. C.: Edición Agro – Ideagro, 2003. p. 551.

⁸⁵ ESTRADA NARVÁEZ, Julián. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Editorial Universidad de Caldas. Colección Ciencias Agropecuarias, 2004. p. 287.

⁸⁶ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 332.

⁸⁷ APRÁEZ G., Edmundo; ESCOBAR O., Edison y LÓPEZ I., Alfonso. Efecto de la labranza y fertilización orgánica y/o mineral de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la productividad de cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 2001, vol. 18, no. 2, p. 45.

Rodríguez⁸⁸ obtuvieron otra composición nutricional de este pasto sin ningún tipo de manejo agronómico (tabla 9).

Tabla 8. Composición química del kikuyo bajo fertilización orgánica y/o mineral (%)

FRACCIÓN DETERMINADA	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Humedad	78.45	83.07	82.12	85.11
Materia seca	21.55	16.93	17.88	14.89
Ceniza	10.22	11.43	12.12	13.36
Extracto etéreo	2.46	3.44	2.15	3.89
Proteína	14.79	17.27	18.45	22.12
Fibra cruda	29.31	28.40	27.33	31.20
FDN	67.40	42.12	66.80	61.18
FDA	31.98	36.82	33.19	29.80
Hemicelulosa	35.42	28.34	33.61	31.38
ELN	43.22	39.47	39.95	29.43
Energía digestible	2.65	2.72	2.98	3.13

LM = Labranza mínima; FO = Fertilización orgánica; FM = Fertilización mínima

T0 = LM + 0% Fertilización; T1=LM+100% FO; T2= LM+50% FM + 50% FO; T3=LM+100% FM

Fuente: Apráez, Escobar y López, 2001.

Tabla 9. Análisis químico del kikuyo sin manejo agronómico

Materia seca	Ceniza	Extracto etéreo	Proteína	ELN	Fibra cruda	NDT
22.4	11.13	1.56	17.80	28.57	40.49	55.50

Fuente: Apráez y Rodríguez, 2001.

4.7.1 El pasto kikuyo en la alimentación de cuyes. Muñoz *et al.*⁸⁹ refiere que el pasto kikuyo suele suministrarse conjuntamente con leguminosas que contienen entre 18 y 25% de proteína como la alfalfa, los tréboles, entre otros, ya que este forraje presenta entre 20 y 30% de fibra al igual que otros pastos como el brasilero, la saboya, la avena forrajera, etc., los cuales han presentado buenos resultados en todas las fases fisiológicas del cuy.

Lo anterior se corrobora por Aliaga *et al.*⁹⁰ quienes sostienen que “tradicionalmente, el pasto kikuyo se utiliza en mezcla con otros forrajes o

⁸⁸ APRÁEZ GUERRERO, Edmundo y RODRÍGUEZ UNIGARRO, Patricia. Valor nutritivo y digestibilidad de algunas arvenses de clima frío en cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 2001, vol. 18. no. 1, p. 54.

⁸⁹ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 89.

⁹⁰ ALIAGA, *et al.* Op. cit. p. 332.

desperdicios de cocina. Buenos resultados se han obtenido cuando se hacen mezclas con fuentes de proteína como el trébol, la alfalfa, la veza, las arvenses, el nabo y el canayuyo”.

Estudios realizados en el departamento de Nariño por Belalcázar y Narváez⁹¹ demostraron que es posible evaluar el pasto kikuyo en mezcla con árboles forrajeros como la colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en la alimentación de cuyes durante las fases de levante y engorde obteniendo buenos resultados en cuanto a consumo de materia seca, incremento diario de peso y conversión alimenticia.

Evaluando los mismos parámetros en esta fase productiva, Bastidas y Guerrero⁹² utilizaron el pasto kikuyo como alimento base ante el suministro de dalia (*Dahlia imperialis ortgies*), una planta herbácea usada como fuente proteica en cubos multinutricionales en donde la inclusión de 30% de harina de dalia presentó buenos resultados. Los indicadores productivos hallados en ambos estudios se contemplan en la tabla 10.

A su vez, Apráez y Rodríguez⁹³, en una investigación sobre arvenses de clima frío concluyeron que la mezcla de trébol (*Trifolium repens*), grama (*Lolium temulentum*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) presentó el mejor consumo de materia seca y que su digestibilidad tiene una marcada influencia en el consumo (tabla 11).

Tabla 10. Parámetros productivos de cuyes bajo diferentes dietas (g)

Tipo de alimentación	A*		B*		C*	
	Levante	Engorde	Levante	Engorde	Levante	Engorde
Consumo materia seca/animal/día	76.29	84.80	74.46	85.48	83.53	107.16
Incremento diario de Peso	11.15	11.75	11.98	11.99	9.79	13.73
Conversión alimenticia	6.84	7.22	6.22	7.14	13.98	10.42

A* = 70% pasto kikuyo + 30% forraje colla negra + suplemento 20 g.

B* = 60% pasto kikuyo + 40% forraje colla negra + suplemento 20 g.

C* = pasto kikuyo + 30% harina de dalia en cubo multinutricional.

Fuente: Belalcázar y Narváez, 2008. Bastidas y Guerrero, 2011.

⁹¹ BELALCÁZAR y NARVÁEZ. Op. cit., p. 19.

⁹² BASTIDAS Z., Luis y GUERRERO H., Leonel. Evaluación de diferentes niveles de harina de dalia en cubos multinutricionales como complemento del pasto kikuyo en la alimentación de cuyes en las fases de levante y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. Pasto - Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2011. p. 20.

⁹³ APRÁEZ y RODRÍGUEZ. Op. cit., p. 55.

Los valores presentados en la tabla 11 se ven respaldado por Aliaga citado por Apráez y Rodríguez⁹⁴ quien usó plantas no tradicionales en la alimentación de cuyes como trébol carretilla (*Medicago híspida*), yuyo (*Brassica campestris*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con y sin suplemento comercial identificando un comportamiento similar al de la alfalfa y obteniendo además, mayor utilidad.

Tabla 11. Consumo y coeficientes de digestibilidad de algunos forrajes

Arvenses	Consumo materia seca g/animal/día (g)	Digestibilidad (%)			
		Materia seca	Proteína	Fibra cruda	Extracto libre de nitrógeno
Kikuyo	39.10	75.53	64.18	83.73	79.20
Mezcla: trébol, grama y kikuyo	72.45	71.33	38.04	75.13	58.79

Fuente: Apráez y Rodríguez, 2001.

⁹⁴ Ibid., p. 47.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en la vereda Botana, corregimiento de Catambuco, a 7 Km de la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño; a una altura de 2820 msnm, con una temperatura media de 12.3 °C y una precipitación media anual de 939.4 mm (*).

5.2 PERIODO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación tuvo una duración de 120 días, periodo que comprendió una fase de acostumbramiento, gestación y lactancia de 30, 70 y 15 días en promedio respectivamente.

5.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó 72 animales (60 hembras y 12 machos) de línea mejorada, de 3 - 4 meses de edad, con pesos entre los 800 y 1000 g, provenientes de la granja experimental Botana. Luego de determinar edad, peso inicial y estado sanitario se distribuyeron al azar un macho y cinco hembras por jaula, en las diferentes réplicas por cada tratamiento.

5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS

La investigación se desarrolló en una sección previamente acondicionada, dentro del galpón de cuyes mejorados de la granja. Se emplearon 6 jaulas metálicas de un solo piso con dimensiones de 2 m de largo x 1 m de ancho x 0.5 m de alto, divididas en el centro con malla metálica, cada jaula provista de bandejas de zinc para recoger excretas, baldes de recolección de orina, pasteras metálicas tipo tolva ubicadas lateralmente y comederos de PVC para suplemento.

Para realizar el manejo habitual de pesaje de animales y alimento se utilizó una balanza electrónica con capacidad de 5 Kg y canastillas (para recoger cuyes de la

jaula). En la identificación de los animales se utilizaron placas metálicas y marcador de placas.

En la desinfección de las jaulas y el área utilizada se empleó una bomba de fumigar y un flameador; en las labores de aseo se usó diariamente rastrillo, escoba y recogedor.

Por otro lado, la preparación de la harina de epitelio ruminal se hizo en las instalaciones de la empresa FRIGOVITO S.A. La recolección y procesamiento del epitelio ruminal requirió de: una escaldadora modelo 560EM con capacidad de 50 kg; canastillas; lámina metálica para secado (1.5 m de diámetro); báscula con capacidad para 100 Kg y biodigestor (cooker) ASPcali con capacidad de 800 kg de materia prima, con manejo de temperaturas superiores a 110°C y presión de 8 bares; todos estos pertenecientes a la empresa FRIGOVITO S.A.⁴⁵.

Para la elaboración de los suplementos se usó un mezclador de materias primas, báscula y gramera con capacidad de 200 y 5 Kg respectivamente. Se realizó en Granos y Molidos “la Cuadra”.

5.5 PLAN DE MANEJO Y SANIDAD

La etapa pre experimental se inició con la adecuación, lavado, y desinfección (con una solución de creolina al 10%) del área y jaulas utilizadas. La limpieza de bandejas y baldes para excrementos y orina se realizó diariamente.

Dentro del manejo sanitario de los animales se desparasitó con un producto a base de epinomectina a nivel cutáneo, aplicando una gota o 0.05 ml por animal al inicio de la fase experimental y al destete.

Con el fin de prevenir problemas infecciosos y bacterianos, durante la fase de acostumbramiento se aplicó un antibiótico a base de trimetropín, sulfadiazina (1ml diluido en 2.5 L de agua), aplicado por aspersión al forraje suministrado durante 3 días, tratamiento que se repitió a los 15 días.

(*) INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Pasto, Colombia. Información personal, 2012.

5.6 SISTEMA DE APAREAMIENTO

Durante toda la fase experimental las hembras permanecieron con el macho manejando así un sistema intensivo, en el cual se limitó la manipulación de los animales al pesaje a la monta, parto y destete. Las crías se destetaron a los 15 días de edad, se sexaron y ubicaron en jaulas para levante.

5.7 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL

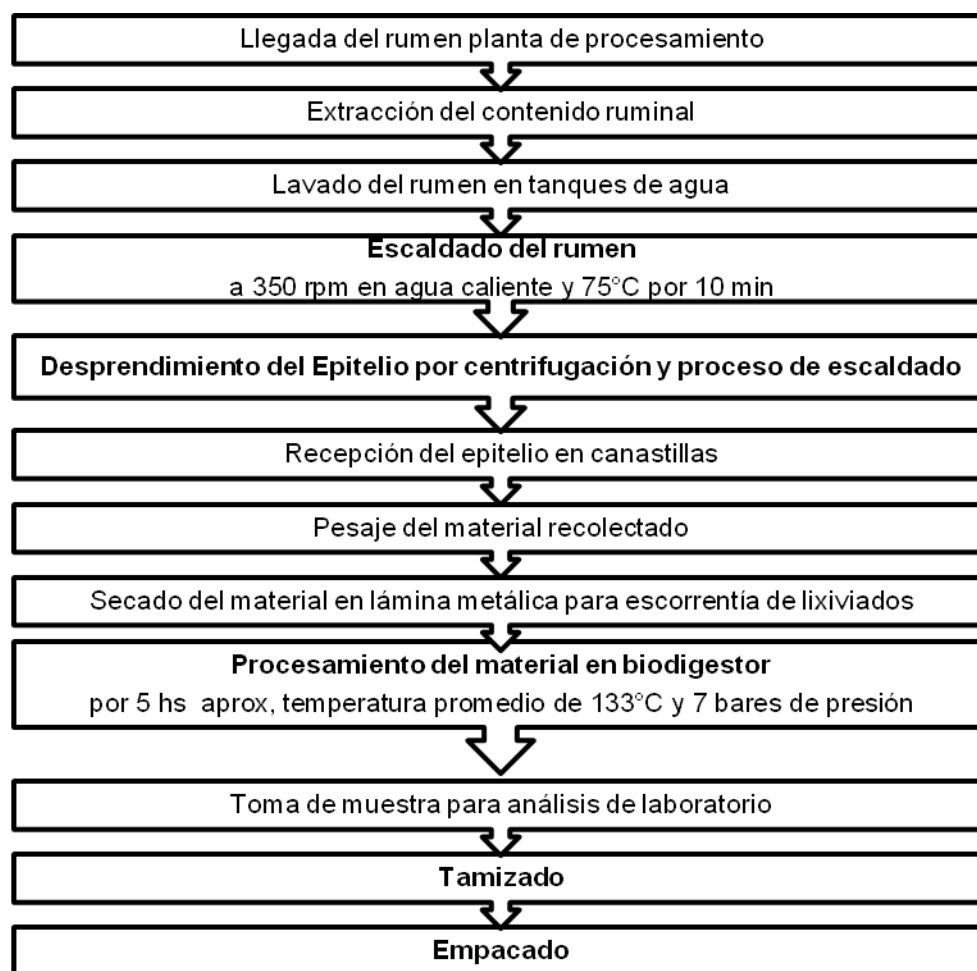
El epitelio ruminal es un material proveniente de los procesos de limpieza del rumen en las plantas de beneficio de ganado bovino. Puede ser recolectado diariamente y su cantidad depende del tamaño de producción.

El epitelio presenta algunos inconvenientes al suministrarlo en la alimentación de animales monogástricos como los cerdos y cuyes ya que, al ser un material crudo puede contener carga microbiana patógena, la duración del material va a ser mínima debido a su rápida descomposición y no se ajusta a la condición que una materia prima debe tener para su inclusión en la fabricación de suplementos concentrados.

Es por ello que a nivel industrial se ha diseñado un proceso que se fundamenta en la recolección, deshidratación y procesamiento del material con el fin de lograr la eliminación de microorganismos contaminantes y garantizar la estabilidad química del producto, de esta forma se puede obtener harina de epitelio ruminal cumpliendo con los parámetros mínimos de calidad, seguridad e inocuidad alimentaria exigida para los alimentos destinados a la nutrición animal.

En la figura 1 se detalla el proceso de la harina de epitelio ruminal (HER).

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de HER



Fuente: Adaptado del protocolo de procesos FRIGOVITO S.A. y Parreño, 2012⁹⁵.

En cuanto al proceso de recolección de epitelio y su posterior procesamiento en la planta de beneficio FRIGOVITO S.A., la tabla 12 presenta los siguientes datos:

Tabla 12. Recolección y rendimiento de epitelio ruminal

CONCEPTO	CANTIDAD - VALOR
Epitelio recolectado	190.9 Kg
Epitelio deshidratado	163 Kg
Harina de epitelio ruminal (HER)	31 Kg
Rendimiento	16.24 %

Fuente: esta investigación.

⁹⁵ PARREÑO. Op. cit., p. 31, 36.

El material se recolectó diariamente durante 4 días, cada día se escurrió y depositó en una lámina de secado hasta llevar el total de epitelio al biodigestor en donde se pesó previamente para determinar su rendimiento.

5.8 ALIMENTACIÓN

Inicialmente se realizó un balance de la dieta (Anexo 1) para los animales teniendo en cuenta sus requerimientos durante las fases de gestación y lactancia, el aporte nutricional del pasto kikuyo y de la harina de epitelio ruminal obtenidos mediante el respectivo análisis de laboratorio, además de la composición nutricional teórica de las diferentes materias primas utilizadas. En la tabla 13 se suministra la información obtenida al elaborar los suplementos en donde se destaca que los tratamientos T1 y T2 incluyeron harina de epitelio ruminal y ausencia de aceite, a diferencia del T0 (tabla 13).

Tabla 13. Suplementos concentrados elaborados

MATERIA PRIMA	Cantidad (Kg)		
	T0	T1	T2
Maíz	14.4	32.40	8.4
Torta de soya	37.2	26.06	18.6
Mogolla de trigo	48	36.36	54.43
Melaza	12	9.6	15.6
Carbonato de Ca	1.2	1.2	1.2
Sal	0.60	0,60	0.60
PMV	1.2	1.2	1.2
Aceite	5.4	0	0
Epitelio ruminal	0	12.58	20.96
TOTAL	120	120	120

PMV = Pre mezcla vitamínica mineral

Los animales fueron sometidos a un periodo de acostumbramiento de 30 días en donde, se realizó un aumento gradual en el suministro de forraje y suplemento.

La oferta de alimento fue restringida y se consideró para ello, el peso y tamaño de los animales. Para determinar el nivel de consumo, se realizó el pesaje del alimento ofrecido y rechazado. Se ofreció 50g de suplemento para animales adultos y 10g para crías en horas de la mañana. Al medio día se suministró 400g de forraje a los adultos y 100g a gazapos. El pasto se recolectó en sitios aledaños al galpón y se ofreció fresco diariamente.

5.9 TRATAMIENTOS

T0 = Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) + suplemento con 100% torta de soya (fuente proteica).

T1 = Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) + Reemplazo del 30% de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal en un suplemento elaborado.

T2 = Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) + Reemplazo del 50% de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal en suplemento un elaborado.

5.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se adoptó un diseño completamente al azar (DCA) conformado por 3 tratamientos, 4 repeticiones por tratamiento y 5 animales por réplica, para un total de 60 hembras.

Los datos obtenidos por cada una de las variables evaluadas se analizaron estadísticamente mediante el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS, versión 9.1, 2007.

Para el análisis estadístico se usó el siguiente modelo lineal:

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

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

5.10.1 Formulación de hipótesis. En el análisis estadístico se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_T$. La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas en las variables evaluadas.

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \dots \mu_T$. 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 evaluadas.

5.11 VARIABLES EVALUADAS

5.11.1 Análisis químicos. Se realizó un análisis químico proximal a muestras de harina de epitelio ruminal, pasto kikuyo y suplementos. Las diferentes fracciones del alimento se determinaron mediante los métodos utilizados en el laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño bajo las normas establecidas por la Asociación de Comunidades Analíticas (AOAC), 2000.

5.11.2 Análisis microbiológico. Se realizó a la harina de epitelio ruminal determinando el número más probable de Coliformes totales y la presencia – ausencia de Salmonella de acuerdo con la reglamentación establecida por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), 1998.

5.11.3 Análisis de ácidos grasos. Se aplicó a la harina de epitelio ruminal el método de cromatografía de gases, protocolo establecido por la AOAC, 1998. El procedimiento de preparación de la muestra fue adoptado de la norma ISO 5508 de 1990. Ambas actividades se realizaron en el laboratorio de Cromatografía de la Universidad de Nariño.

5.11.4 Variables productivas

5.11.4.1 Consumo de alimento. Se obtuvo a partir de la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y rechazado durante la gestación y lactancia, tanto del forraje como del suplemento.

5.11.4.2 Variación de peso de las hembras. Se evaluó el peso promedio de las hembras a la monta, parto, destete y el incremento de peso de la monta al parto.

5.11.4.3 Tamaño de camada. Se tuvo en cuenta el número total de crías nacidas y destetadas por hembra, entre el número de hembras que parieron.

5.11.4.4 Variación de peso de la camada. Se evaluó el peso promedio de la camada al nacimiento, destete y el incremento de peso del nacimiento al destete.

5.11.5 Variables reproductivas

5.11.5.1 Porcentaje de preñez. Se estimó mediante el número de hembras preñadas sobre el número de hembras al apareamiento.

5.11.5.2 Porcentaje de partos. Se estimó por medio del número de hembras que parieron sobre las hembras al apareamiento.

5.11.5.3 Número de crías nacidas vivas por parto. Se estimó por medio del número de crías nacidas vivas entre el número de hembras que parieron.

5.11.6 Análisis parcial de costos. Se determinó el costo del proceso de la harina de epitelio ruminal (HER) vs su porcentaje de inclusión en cada uno de los tratamientos, y su repercusión en los índices de productivos y reproductivos.

Además se tuvo en cuenta los costos fijos (valor de los animales, mano de obra) y costos variables (alimento, medicamentos) requeridos por cada tratamiento para determinar la relación costo/beneficio y la rentabilidad según un ingreso aparente.

✓ **Total egresos** = *costos fijos + costos variables*

✓ **Ingresos netos** = *ingresos - egresos*

✓ **% Rentabilidad** = $\frac{\text{ingreso neto}}{\text{Total egresos}} * 100$

✓ **% Costos de alimentación** = $\frac{\text{Total costos de alimentación}}{\text{Total egresos}} * 100$

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS QUÍMICOS PROXIMALES

En la tabla 14 se presenta la composición nutricional de la harina de epitelio ruminal (HER) y pasto kikuyo (Anexo 2 y 3).

Tabla 14. Análisis bromatológico de la HER y pasto kikuyo (% BS)

Componente	HER	Pasto Kikuyo
Materia seca	96	13.4
Ceniza	5.16	14.6
Extracto etéreo	48.2	2.55
Fibra cruda	1.91	25.9
Proteína	39.6	22.4
Proteína verdadera	39.1	15.2
Extracto no nitrogenado	5.16	34.5
Energía bruta (Kcal/100g)	724	418
Calcio	0.93	0.30
Fósforo	0.38	0.45
Magnesio	0.05	0.36
Azufre	0.22	*
Nitrógeno	*	3.59

* Esta fracción no se determinó para la muestra en mención.

Fuente: Laboratorios Especializados. Universidad de Nariño, 2013.

6.1.1 Harina de epitelio ruminal. La proteína cruda y la proteína verdadera corresponden a 39.6 y 39.1% respectivamente, se puede decir que la mayor cantidad de nitrógeno encontrado para determinación de proteína verdadera es de origen proteico, no obstante es necesario realizar un análisis de aminoácidos para caracterizar el tipo de proteínas que contiene este material. Esto se corrobora con lo dicho por Lloyd, Mc Donald y Crampton: “los tejidos de los animales terrestres y marinos se encuentran principalmente en forma de proteínas por lo que en estos casos, la proteína cruda está muy próxima a la proteína verdadera”⁹⁶.

⁹⁶ LLOYD, L. E.; MCDONALD, B. E. y CRAMPTON, E. W. Fundamentos de Nutrición. Traducido por Aurora Pérez. 2 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1982. p. 106.

Es evidente que el valor encontrado en esta investigación para proteína cruda (39.6%) es bajo en comparación con el reportado por Parreño⁹⁷ en la HER (51%) y por Burgos y Esparza⁹⁸ en la harina de lombriz (68.63%). La variación entre el contenido proteico de la HER de esta investigación y la de Parreño, se debió posiblemente a las diferentes condiciones a las que se sometió el material como: escaldado, escurrido, secado, proceso del material en el biodigestor, entre otros. No obstante, cabe mencionar que la HER puede emplearse en alimentación de cuyes ya que según Peña⁹⁹, es factible elaborar una harina de carne con un valor mínimo de proteína de 37%.

El valor del extracto etéreo fue superior (48.2%) al reportado por Parreño (38%); al respecto, De Paz¹⁰⁰ menciona que existe un tipo de harina de carne grasa con valores máximos de grasa del 15%. Los altos valores encontrados en estas investigaciones se deben a que el material no fue sometido a ningún proceso industrial de desengrasado y por ello su contenido fue mayor que el de las harinas de carne comunes. No obstante, esta situación no fue negativa ya que el contenido de este nutriente permitió aumentar el valor energético del producto y pudo favorecer la palatabilidad¹⁰¹.

El valor energético de la HER fue de 4871.20 Kcal ED/Kg, valor superior al reportado por Parreño¹⁰² (4848.13 Kcal ED/Kg); los cuales, comparados con lo encontrado por Ojeda y Salazar¹⁰³ en la torta de soya (3453.74 Kcal ED/Kg), permiten indicar que la HER es un subproducto energéticamente competitivo frente a esta materia prima contribuyendo a satisfacer tanto los requerimientos proteicos como energéticos en la dieta de cuyes en su fase reproductiva.

En relación al valor de ceniza (5.16%) se encontró un contenido inferior al obtenido por Parreño¹⁰⁴ (6.29%); ambos valores fueron inferiores de acuerdo a lo recomendado por las normas de la Fundación Española para el Desarrollo de la

⁹⁷ PARREÑO. Op. cit., p. 40.

⁹⁸ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 64.

⁹⁹ PEÑA PAREDES, Hilda Marisol. Determinación del costo de producción y comercialización de harina de carne y hueso a partir de productos secundarios bovinos y su factibilidad financiera en Honduras. Tesis de grado Ingeniera en Administración de Agronegocios, licenciatura. Zamorano – Honduras: Zamorano, carrera de administración de agro negocios, 2007. p. 21.

¹⁰⁰ PAZ SÁNCHEZ, Félix de. Procesado y calidad de las harinas de carne. Carnes desengrasadas y carnes ricas en grasa. En: curso de especialización FEDNA (9: 8 - 9 noviembre: Barcelona). Memorias. Barcelona: FEDNA [online], 1993 [Citado 2013 – 04 – 13]. p. 15.

¹⁰¹ Ibid., p. 17.

¹⁰² PARREÑO. Op. cit., p. 41.

¹⁰³ OJEDA y SALAZAR. Op. cit., p. 48.

¹⁰⁴ PARREÑO. Op. cit., p. 40.

Nutrición Animal (FEDNA)¹⁰⁵ para harinas de carne (22 - 34%). Por tanto, se puede decir que el contenido mineral total de la HER no es una fuente significativa de minerales.

El valor de fibra (1.91%) no fue posible compararlo con el estudio de Parreño debido a que su método utilizado (digestión ácida – básica, bolsas Ankom) encontró valores fuera del rango normal mientras que esta investigación se valió del mismo método con la excepción del uso de crisol Gooch.

Al no reportarse suficientes valores de este componente en harinas de carne, se puede decir que estas no son fuentes representativas de fibra cruda. Lo anterior coincide con Burgos y Esparza¹⁰⁶ quienes encontraron un valor de 2.15% en la harina de lombriz.

6.1.2 Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). La materia seca fue de 13.4%, valor que en comparación con lo encontrado por Apráez, Escobar y López¹⁰⁷ (16.93%), Bastidas y Guerrero¹⁰⁸ (19.88%) es menor. Esto se debe posiblemente, a diferentes factores como la madurez del pasto, tiempo de corte, tipo de suelo y a la fertilización.

Los valores de proteína cruda y proteína verdadera fueron 22.4% y 15.2%, similares a los reportados por Jojoa y Silva¹⁰⁹ (22.44 y 16.31% en el municipio de Ipiales, Nariño) quienes concluyeron que el pasto utilizado fue cortado en un momento óptimo en donde los contenidos de nitrógeno fueron mayores.

En relación a la época de corte del pasto utilizado en este trabajo, cabe mencionar que solía crecer en lugares en donde se depositaban desperdicios provenientes del galpón (heces, orina y forraje seco), lo cual pudo haber influido en su contenido proteico.

¹⁰⁵ FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA). Normas. Especificación técnica para materia prima. Subproductos animales. Harinas de carne 44/15/28, [online] 2002. [citado 2013 - 04 - 13] p. 1.

¹⁰⁶ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 64.

¹⁰⁷ APRÁEZ; ESCOBAR y LÓPEZ. Op. cit., p. 45.

¹⁰⁸ BASTIDAS y GUERRERO. Op. cit., p. 35.

¹⁰⁹ JOJOA NASPIRÁN, Luis Gerardo y SILVA PASAJE, Jesús Álvaro. Determinación de factores edafoclimáticos que afectan la productividad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en condiciones naturales en la zona rural del municipio de Ipiales y el municipio de Aldana. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias pecuarias, 2001. p. 52 - 53.

El contenido de proteína verdadera del pasto (15.2%) indicó la necesidad de balancear la dieta por medio de suplementación puesto que el requerimiento de cuyes durante las fases de gestación y lactancia es de 18 – 22%¹¹⁰.

El valor energético del pasto (2444.81 Kcal ED/Kg) fue menor al reportado por Bastidas y Guerrero¹¹¹ (2700 Kcal ED/Kg). Teniendo en cuenta el requerimiento de los cuyes durante su fase reproductiva (2800 – 3000 Kcal ED/Kg)¹¹² se observa que es muy necesario suplementar la dieta de los animales para cubrir el déficit de energía que presenta el pasto.

El valor de fibra cruda (FC) fue de 25.9%, similar a lo reportado por Burgos, Apráez y Caycedo, citados por Bastidas y Guerrero¹¹³ (25.21%). Dicha relación va de acuerdo con lo mencionado por Caycedo *et al.*¹¹⁴ al indicar que algunos pastos de clima frío como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), saboya (*Holcus lanatus*) y brasilero (*Phalaris arudinacea*) presentan del 20 al 30% de fibra.

Considerando que el requerimiento de fibra en cuyes durante la gestación y lactancia según Caycedo *et al.*¹¹⁵ al citar a Caycedo se encuentra entre el 8 y 17% y que bajo una alimentación mixta (pasto y suplemento) los pastos y forrajes suplen dicho requerimiento¹¹⁶, en esta investigación pudo observarse esta conducta gracias al buen aporte de fibra del pasto kikuyo.

Finalmente, Estrada¹¹⁷, al citar a Ramírez *et al.* afirma que con el avance y madurez del pasto kikuyo existe la tendencia de que su valor nutritivo mejore. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el departamento de Nariño, este pasto presenta aún manejos irregulares, escasos y que su calidad nutricional depende de la fertilidad y humedad del suelo y del manejo en su fertilización¹¹⁸.

6.1.3 Suplementos para cada tratamiento. En la tabla 15 se presenta la composición nutricional de los suplementos empleados en el experimento que presenta variación con respecto al planteamiento teórico (Anexos 4, 5 y 6). Su

¹¹⁰ CAYCEDO, Citado por MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 84.

¹¹¹ BASTIDAS y GUERRERO. Op. cit., p. 35.

¹¹² CAYCEDO, Citado por MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 84.

¹¹³ BURGOS; APRÁEZ y CAYCEDO, Citados por BASTIDAS y GUERRERO. Op. cit., p. 35.

¹¹⁴ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 101.

¹¹⁵ CAYCEDO, Citado por CAYCEDO, *et al.*, p. 98.

¹¹⁶ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 83.

¹¹⁷ RAMÍREZ, *et al.* Citados por ESTRADA. Op. cit., p. 292.

¹¹⁸ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 102.

causa pudo deberse a que no se tuvo en cuenta el análisis bromatológico de cada materia prima utilizada sino que se contó con su valoración nutricional según tablas de composición.

Tabla 15. Análisis bromatológico de los suplementos elaborados (%BS)

Componente	T0	T1	T2
Humedad	11.10	11.10	10.70
Materia seca	88.90	88.90	89.30
Ceniza	7.70	6.61	7.48
Extracto etéreo	7.78	7.85	11.00
Fibra cruda	6.18	9.02	9.48
Proteína cruda	24.00	26.00	28.00
Extracto no nitrogenado	54.30	50.50	44.00
Energía bruta (Kcal/100g)	455.00	475.0	479.00

Fuente: Laboratorios especializados. Universidad de Nariño, 2012.

6.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL

En la tabla 16 se aprecia el análisis microbiológico de la HER y de la harina de Lombriz (HL)

Tabla 16. Análisis microbiológico de la HER y HL

Componente	HER	HL
	Valores encontrados	
NMP coliformes totales/g	< 3	23
NMP coliformes fecales/g	Negativo	< 3
Salmonella	Negativo	Negativo

NMP: Número más probable.

Fuente: Laboratorio microbiológico de abonos orgánicos. Universidad de Nariño, 2013. Burgos y Esparza, 2005¹¹⁹.

Se puede observar que el análisis microbiológico de la HER presentó un valor bajo para coliformes totales, ausencia de coliformes fecales y salmonella, mientras que la HL obtuvo un mayor contenido de coliformes totales y presencia de coliformes fecales.

¹¹⁹ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 63.

Los resultados indican que la HER cumple con las condiciones adecuadas para su consumo según las normas FEDNA¹²⁰ que mencionan un nivel de tolerancia de $<10^3$ UFC/g para coliformes y ausencia para salmonella (UFC/25g).

Lo relevante de este estudio es que no existen referencias certificadas de estos valores en harina de epitelio ruminal. No obstante, Según Frazier, citado por Vielma *et al.*¹²¹ mencionan que “una humedad en las harinas para consumo humano inferior al 13% impide el desarrollo de todos los microorganismos. Sin embargo un contenido de agua del orden del 15% permite el desarrollo abundante de moho y si excede el 17%, el de mohos y de ciertas bacterias”. Este trabajo reporta una humedad de 3.97% de humedad (Anexo 3), el cual no es favorable para el desarrollo bacteriano y de hongos; por lo tanto, podría asegurarse que esta harina no representa ningún riesgo microbiológico en la alimentación animal y que su procesamiento industrial fue apropiado para eliminar cualquier carga bacteriana patógena.

6.3 ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS DE LA HARINA DE EPITELIO RUMINAL.

En la tabla 17 se detalla la composición en ácidos grasos de la HER y de algunos productos comúnmente utilizados en alimentación animal.

Tabla 17. Análisis de ácidos grasos de la HER y alimentos de origen animal

Ácidos Grasos	G. O. ANIMAL			S. O. ANIMAL	
	Sebo	Manteca	Grasa pollo	HL	HER
C14:0 Mirístico	3.2	1.6	1	3.6	0.64
C16:0 Palmítico	24.8	23.4	21	16.1	26.02
C16:1 Palmitoleico	3.2	3.1	5.4	3	2.14
C18:0 Esteárico	21.3	13.3	7.1	28.1	28.22
C18:1 Oleico	38.3	42.4	41	8.6	27.86
C18:2 Linoleico	2	10.5	20.5	17.9	2.60
C18:3 Linolénico	Tr	1	1.6	4.8	0.13
C:20 Araquídico	Tr	1.6	1.8	1.3	0.26

G.O.: Grasa de origen; S.O.: subproductos de origen; HL: harina de lombriz; HER: harina de epitelio ruminal; Tr: Trazas.

Fuente: Mateos, Rebollar y Medel, 1996¹²². Burgos y Esparza, 2005¹²³. Laboratorio de cromatografía. Universidad de Nariño, 2012.

¹²⁰ FEDNA. Op. cit., p. 1.

¹²¹ FRAZIER, Citado por VIELMA, Rosa A. *et al.* Perfil electroforético y calidad microbiológica de la harina de lombriz *Eisenia foetida*. Revista Chilena de Nutrición [online]. Septiembre 2008, vol. 35, no. 3 [Citado 2013 – 04 – 20], p. 7.

¹²² Ibid., p.2

¹²³ BURGOS y ESPARZA. Op. cit., p. 62.

Comparativamente, se puede observar que la HER tiene una composición lipídica similar a las de grasas de origen animal y es natural compararla con productos como el sebo porque se trata de una harina notoriamente grasosa.

Como se puede observar, la HER presenta un grupo de ácidos grasos saturados (palmítico, mirístico, esteárico, araquídico), monoinsaturados (palmitoleico, oleico) y poliinsaturados (linolénico, linoleico), de cadena lineal, en su mayoría con 16 y 18 átomos de carbono (Anexo 8).

Según Sánchez, “A mayor grado de saturación de los ácidos grasos, las grasas tienden a ser más duras”¹²⁴. Esto puede explicar la naturaleza rígida del epitelio que aún después de su procesamiento presentó algunas partículas rígidas.

Por otro lado, se debe tener en cuenta la influencia de los enlaces insaturados que reaccionan con el oxígeno lo cual, produce sabores y olores desagradables (rancidez)¹²⁵. El alto contenido de ácido oleico (27.86%) en el epitelio ruminal pudo intervenir en la rancidez que empezó a tener durante la deshidratación del material recolectado y es por ello que se debe realizar un buen manejo para evitar la descomposición del mismo.

Respecto a la alimentación animal, Mateos, Rebollar y Medel¹²⁶, indican que la inclusión de grasas en concentrados presenta una serie de ventajas no exactamente nutricionales: pueden funcionar como aglutinantes; mejorar la palatabilidad, el consumo, la estructura y aspecto de los alimentos.

¹²⁴ SÁNCHEZ LÓPEZ, Guillermo. Ciencia básica de la carne. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Fondo Nacional Universitario, 1999. p. 37. ISBN 958 – 9251 – 39 – 0.

¹²⁵ Ibid., p. 38.

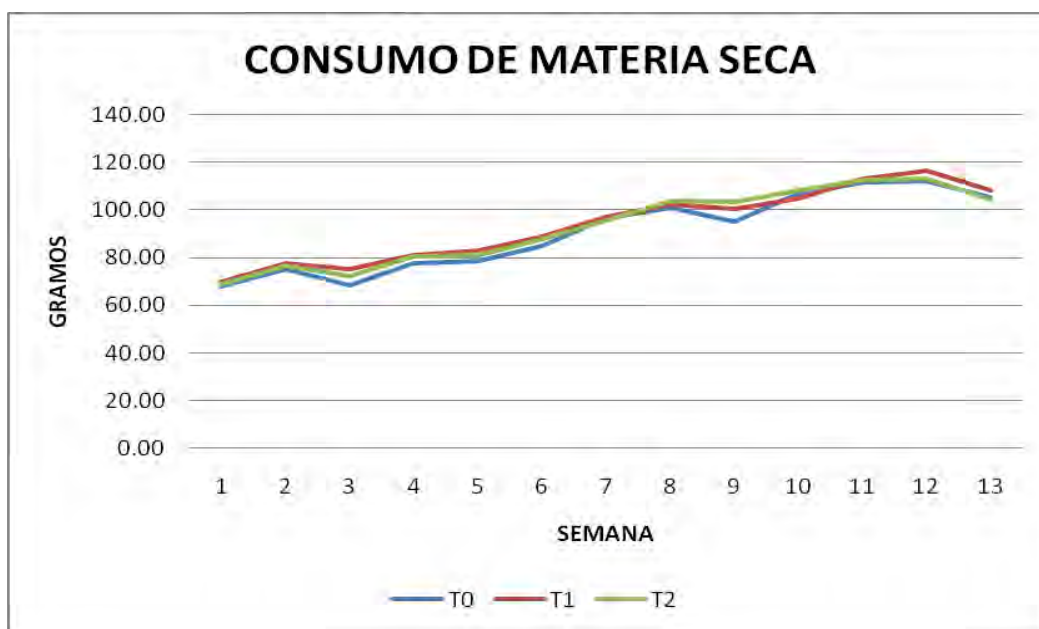
¹²⁶ MATEOS, G; REBOLLAR, P. y MEDEL, P. Utilización de grasas y productos lipídica en alimentación animal: grasas puras y mezclas. En: Curso de Especialización FEDNA (12: 7 – 8, noviembre, 1996: Madrid). España: Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de producción animal [online]. 1996 [Citado 2013 – 04 – 22], p. 2.

6.4 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

6.4.1 Consumo de alimento. El consumo se estimó como promedio de las hembras en gestación y de las madres con crías en lactancia y asumiendo además, que el macho tuvo un consumo igual al de las hembras en las diferentes fases.

La figura 2 muestra una curva de consumo promedio semanal de materia seca/animal/día durante ambas fases. El consumo de materia seca (MS), de proteína, energía y fibra de los animales en gestación y lactancia se presenta en el anexo 9.

Figura 2. Curva de consumo durante la fase reproductiva



El consumo de alimento presentó un aumento gradual durante el periodo evaluado, mostrando resultados iguales para todos los tratamientos de tal manera, que el consumo inició con un promedio de 65gMS/animal/día al empadre llegando a 109g al destete.

El consumo de materia seca promedio fue de T0: 91.23, T1: 93.87, T2: 93,26 g/animal/día; que comparados con los reportados por Benavides y Cabrera¹²⁷ quienes evaluaron bloques multinutricionales como suplemento del pasto kikuyo en la fase reproductiva de cuyes (93.76 – 104.3 g); y con Jaramillo y Guerrero¹²⁸ en su evaluación del estiércol de cerdo y contenido ruminal en cubos durante la misma fase (94.5 – 99.1 g); indican valores cercanos a una dieta balanceada para cuyes en su fase reproductiva.

De acuerdo con Caycedo *et al.*, “el consumo de alimento en materia seca, en cuyes está en función de su tamaño, estado fisiológico, la densidad energética de la ración y la temperatura ambiental”¹²⁹. Por lo cual el consumo y los niveles de nutrientes aportados se incrementan. Los requerimientos de los animales deben ser suplidos en la ración, para las diferentes etapas fisiológicas y procesos vitales, siendo necesarias dietas de mantenimiento para animales adultos o reproductores¹³⁰, y se debe tener en cuenta el consumo de alimento sólido por parte de las crías durante la lactancia.

El consumo de materia seca en la gestación, expresado como porcentaje del peso vivo de las hembras fue de 7.3% el cual, de acuerdo con Caycedo *et al.*¹³¹ en su evaluación en la alimentación de cuyes, fue similar con hoja de maíz (7.2%). En la lactancia se encontró un valor de 9.5% aproximadamente, valor que se relaciona con lo mencionado por Chauca, Muscari e Higaonna¹³² al afirmar que el porcentaje de materia seca consumida en relación al peso vivo se incrementa durante la lactancia del 6.1 a 8.1% a medida que el tamaño de camada es mayor.

En la figura 3 se puede observar el consumo promedio de materia seca/réplica/día tanto de forraje, suplemento, como del total de la dieta durante la fase de gestación y el consumo promedio de materia seca total/animal/día.

¹²⁷ BENAVIDES JIMENEZ, Mario Fernando y CABRERA CÓRDOBA, Jairo Sandro. Evaluación de diferentes niveles de quinua en bloques multinutricionales como suplementos al pasto kikuyo en la fase reproductiva de cuyes. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 1998. p. 44.

¹²⁸ JARAMILLO y GUERRERO. Op. cit., p. 43.

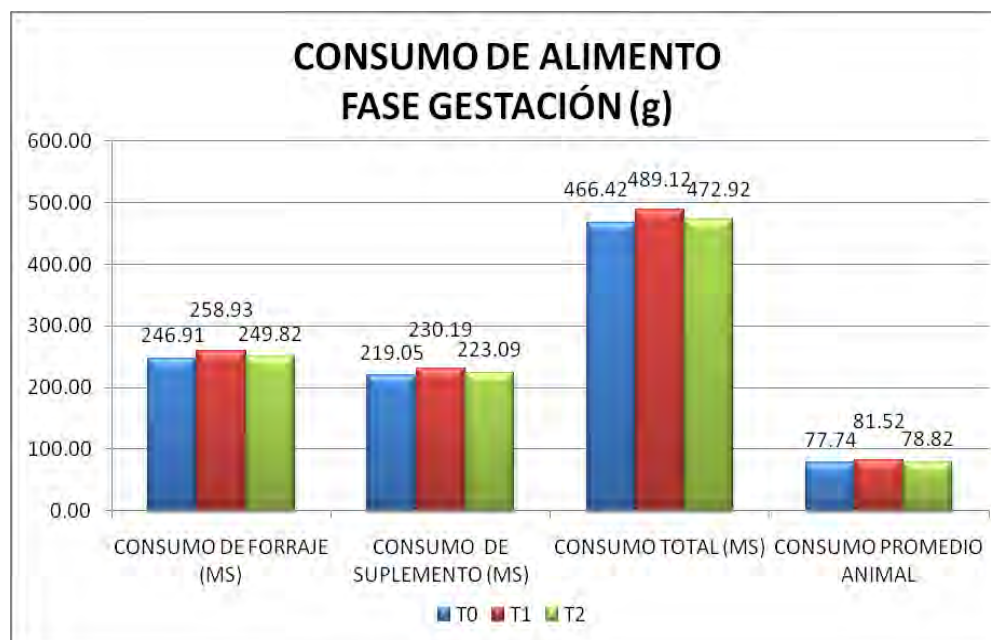
¹²⁹ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 96.

¹³⁰ *Ibid.*, p. 94.

¹³¹ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 96.

¹³² CHAUCA F., Lilia; MUSCARI G., Juan. HIGAONNA O., Rosa. Caracterización productiva de cuyes reproductores Perú PPC. La Molina – Perú: Investigaciones en cuyes. Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), 2008. p. 6.

Figura 3. Consumo de materia seca en fase de gestación



Para las variables evaluadas respecto al consumo de materia seca en la fase de gestación el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 10, 11 y 12), los resultados se encontraron entre 466.42 – 489.12gMS/réplica/día y entre 77.74-78.82gMS/animal/día.

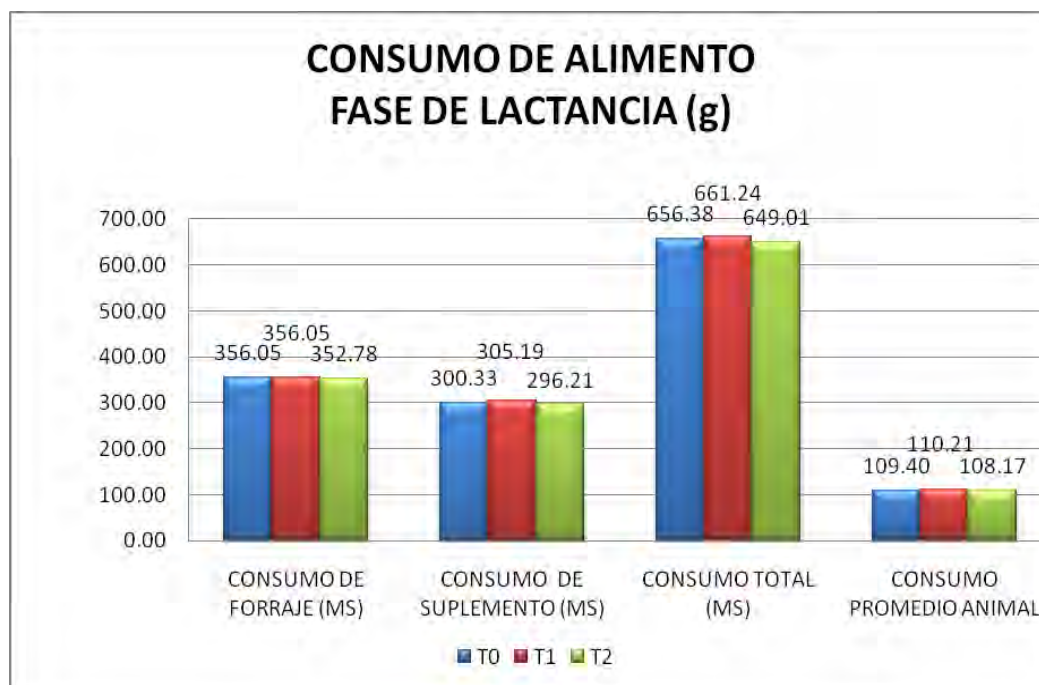
El consumo de materia seca durante la gestación está determinado por los requerimientos de la hembra debido a su aumento de peso, y por el desarrollo de los fetos que se encuentran en el útero. De acuerdo con Caycedo *et al.*¹³³ las necesidades energéticas de las hembras son más críticas durante el último tercio de la gestación, debido a un mayor desarrollo del feto durante esta etapa. Comportamiento que se pudo evidenciar en las hembras evaluadas puesto que durante el último tercio de gestación el consumo de materia seca se incrementó, probablemente para satisfacer su demanda de nutrientes.

El espacio ocupado por los fetos durante la gestación, disminuye la capacidad de ingestión de alimentos de la hembra, indicando la importancia de suministrarlos en la cantidad y calidad adecuada para suplir sus requerimientos.

¹³³ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 95.

En la figura 4 se presenta el consumo promedio de MS/réplica/día tanto del forraje, suplemento, como del total de la dieta durante la fase de lactancia y el consumo promedio de materia seca total/animal/día.

Figura 4. Consumo de materia seca en lactancia



Las variables correspondientes a consumo de materia seca durante la lactancia tampoco presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados (Anexos 13, 14 y 15) según el análisis de varianza.

El consumo de materia seca durante la lactancia por réplica estuvo alrededor de 649.01- 661,24g/día y el promedio por hembra con sus crías estuvo entre 108,17- 110,21g/día; Chauca¹³⁴ afirma que, la densidad nutricional de las raciones, la palatabilidad y el peso de las crías, afectan el consumo; de igual manera las crías que provienen de camadas numerosas tienden a consumir más para compensar la restricción de leche producida por la competencia entre hermanos.

Lloyd, McDonald y Crampton indican que “la lactación supone un mayor desgaste para la hembra que la gestación, no tanto debido al aumento del metabolismo

¹³⁴ CHAUCA. Op. cit., p. 25.

como a la pérdida directa de nutrientes por el organismo que deben ser repuestos mediante un aumento de la ingestión en la dieta”¹³⁵. Por ello, se puede observar un aumento notorio en el consumo de materia seca en la fase de lactancia que pudo deberse no sólo a las crías sino a la hembra para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Cabe mencionar que el suministro de alimento no fue a voluntad sino con relación a lo recomendado en las tablas de consumo para cuyes así: 400 y 100g de forraje para adultos y crías, 50 y 10g de suplemento para adultos y crías.

Los suplementos con inclusión de harina de epitelio ruminal tuvieron consumos similares al del tratamiento testigo además, no se presentaron desperdicios. Esto permite asumir que dichos suplementos fueron palatables ya que de acuerdo con Chauca¹³⁶ la palatabilidad es un aspecto que influye en el consumo.

Adicionalmente, López, citado por Ojeda y Salazar¹³⁷ asevera que el comportamiento del consumo de alimento puede deberse a que los sentidos de la vista, olfato y gusto desempeñan una importante función, estimulando el apetito en animales monogástricos influyendo sobre la cantidad de alimento ingerido en una determinada comida.

Como se puede observar en las figuras 3 y 4, el consumo de materia seca proveniente del forraje fue mayor al del suplemento, en todos los tratamientos y en las diferentes fases; esto puede deberse a que el pasto se suministró en mayor proporción y que además los cuyes tienen preferencia al forraje, tal como lo manifiesta Chauca¹³⁸, al afirmar que: “su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestra siempre su preferencia por el forraje”. Este concepto se evidenció al suministrar el forraje, el cual se ofreció después del concentrado.

El pasto kikuyo es un alimento más succulento y de menor contenido de materia seca (13.4%) por lo que, se requiere un mayor consumo de este para suplir los requerimientos del animal mientras que, en los suplementos balanceados las fracciones del alimento vienen más concentradas (89% MS) y por ende, consumos menores pueden satisfacer fácilmente las necesidades del animal. Es por esto que

¹³⁵ LLOYD; MCDONALD y CRAMPTON. Op. cit., p. 493.

¹³⁶ CHAUCA. Op. cit., p. 25.

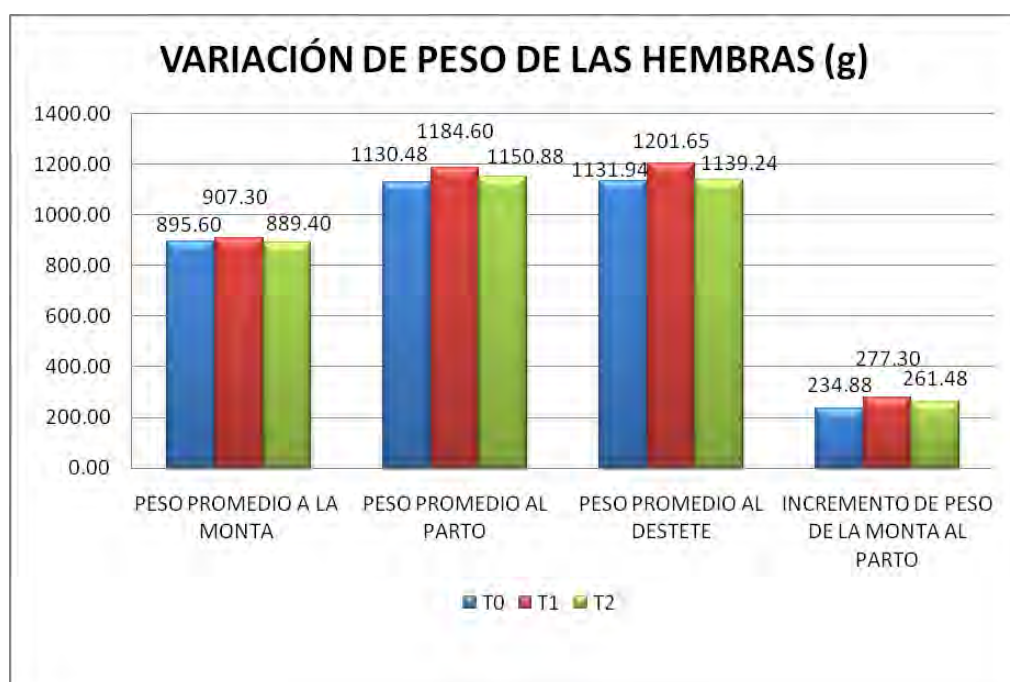
¹³⁷ LÓPEZ, citado por OJEDA y SALAZAR. Op. cit. p. 51.

¹³⁸ CHAUCA. Op. cit., p. 47.

al formular una ración para cuyes se debe tener en cuenta su capacidad de ingestión y la proporción adecuada de los alimentos de la dieta a suministrar. En esta investigación se planteó una relación inicial de pasto suplemento de 60:40 sin embargo de acuerdo a los resultados se obtuvo una relación de 53:47 en gestación y 54:46 en lactancia.

6.4.2 Variación de peso de las hembras. En la figura 5 se observa el comportamiento del peso de las hembras durante su fase reproductiva.

Figura 5. Variación de peso de las hembras



Ninguna de las variables evaluadas presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos según el análisis de varianza (Anexos 16, 17, 18, 19). Por tanto se puede decir que, la inclusión de harina de epitelio ruminal en la suplementación de hembras en las fases de gestación y lactancia no afectó negativamente su comportamiento de peso.

El peso promedio a la monta fue T0: 895.60g, T1: 907.30g y T2: 889.4g, valores relacionados con lo reportado por Caycedo *et al.*¹³⁹ al afirmar que los cuyes

¹³⁹ CAYCEDO, *et. al.* Op. cit., p. 50.

mejorados pueden iniciar el empadre a partir de los 750g, obtenidos entre las 8 y 10 semanas de edad; al momento de seleccionar animales para reproducción se debe dar mayor prioridad al peso que a la edad¹⁴⁰. Tales conceptos se consideraron en este trabajo de investigación.

El peso promedio al parto estuvo entre 1130.48 y 1184.60g. En comparación con lo reportado por Rubio y Sánchez¹⁴¹ (892.1 – 1035g), los valores fueron mayores mientras que, fueron similares a los obtenidos por Benavides y Cabrera¹⁴² (1130.35 – 1175.62g).

La variable incremento de peso de la monta al parto reportó valores de 234.88 – 277.30g, resultado que permite hacer referencia a Aliaga *et al.* al decir que : “las hembras que inician el proceso reproductivo con un peso inicial en el primer empadre deben ganar de 20 a 25% de su peso inicial en el siguiente empadre y deben lograr igual incremento hasta el tercero, que es en el que la hembra alcanza su peso máximo”¹⁴³. Por lo tanto, se espera que los animales evaluados presenten un comportamiento similar en los partos siguientes de su vida productiva.

La variable peso al destete presentó valores entre los 1131.94 y 1201.65g, resultado inferior a lo reportado por Moncayo, citado por Caycedo *et al.*¹⁴⁴ con 1251g aunque este peso fue obtenido con hembras de 1000g al empadre, más pesadas que las empleadas en esta investigación.

En relación a la lactancia, Chauca¹⁴⁵, al citar a Ordoñez afirma que el uso de un sistema de alimentación mixta (forraje y suplemento) favorece la condición corporal de las madres manteniéndolas aptas para continuar con su ciclo reproductivo. Se puede afirmar que debido al reporte del análisis estadístico, a los resultados de otras investigaciones y a la dieta suministrada, el peso al destete de las hembras en estudio fue adecuado.

¹⁴⁰ Ibid., p. 53.

¹⁴¹ RUBIO REVELO, Carlos Eduardo y SÁNCHEZ ANDINO, Alberto Marino. Evaluación de cubos multinutricionales en la etapa de gestación en cuyes. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 1993. p. 61.

¹⁴² BENAVIDES y CABRERA. Op. cit., p. 55.

¹⁴³ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 233.

¹⁴⁴ MONCAYO, Citado por Caycedo *et al.* Op. cit., p. 55.

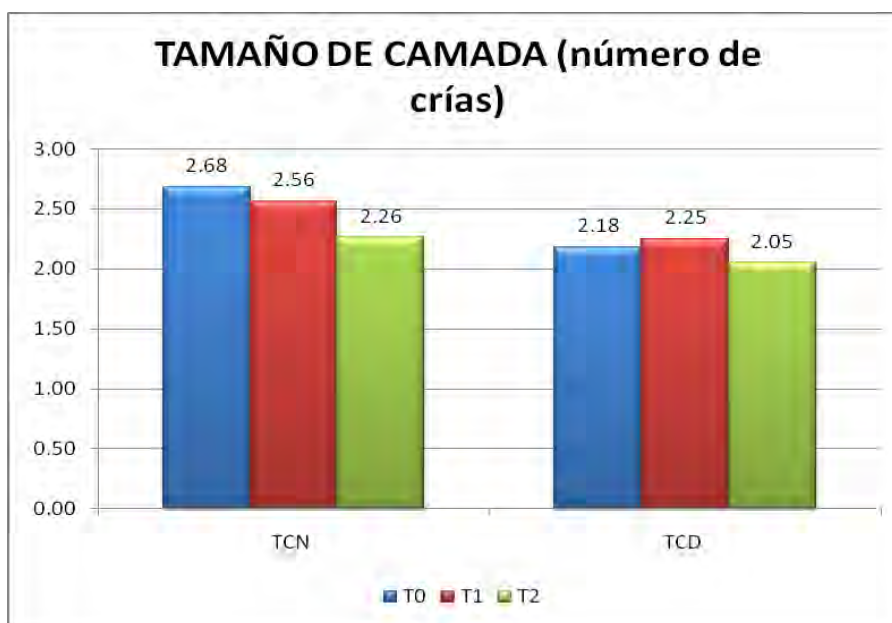
¹⁴⁵ ORDOÑEZ, Citado por CHAUCA. Op. cit., p. 25.

La variación de peso entre el parto y el destete no se evaluó estadísticamente sin embargo, cabe mencionar que durante la lactancia las hembras tienden a perder peso debido a su producción de leche¹⁴⁶. Por otro lado, tal como lo afirma Chauca¹⁴⁷, se espera que si las hembras llegaron pesadas al parto, al destete mantengan su peso.

En síntesis, el comportamiento de peso de las hembras fue semejante a lo indicado por Aliaga *et al.*: “la hembra cambia de peso durante su vida reproductiva: lo aumenta durante la gestación, lo pierde bruscamente durante el parto y lo pierde gradualmente durante la lactación por movilizar sus reservas corporales para la producción de leche, además vuelve a ganarlo en el periodo que precede a su próxima gestación”¹⁴⁸.

6.4.3 Tamaño de camada. La figura 6 muestra el tamaño promedio de la camada al nacimiento y destete en cada uno de los tratamientos.

Figura 6. Tamaño de camada



¹⁴⁶ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 233.

¹⁴⁷ CHAUCA. Op. cit., p. 25.

¹⁴⁸ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 233.

En ninguna de las variables se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos según el análisis de varianza (Anexos 20 y 21).

La variable tamaño de camada al nacimiento (TCN) reportó valores de 2.26 – 2.68 los cuales, fueron similares a los de Benavides y Cabrera¹⁴⁹ (2.35 – 3). A su vez, Caycedo *et al.*¹⁵⁰ mencionan un TCN ideal de 3 a 4 crías, indicador que en comparación con los resultados de esta investigación, son mayores.

Esta situación se presentó posiblemente debido a que las crías obtenidas en este estudio provinieron de hembras primerizas y se ha demostrado que este parámetro aumenta con el número de partos, Chauca¹⁵¹ refiere que tras algunas investigaciones comprobó que hasta el tercer parto el número de crías nacidas aumenta progresivamente. Además, tal como lo afirma Condarco, citado por Aliaga *et al.*¹⁵², los bajos tamaños de camada contribuyen a beneficiar el peso de las crías pues existe mayor rendimiento de peso para los cuyes que vienen de camadas menos numerosas.

Otro de los factores que pudo haber afectado el resultado de esta variable es el tamaño de las reproductoras, pues según Zaldívar citado por Pajares¹⁵³ se obtienen mayores tamaños y pesos de camada con hembras que presenten un mayor peso al empadre y 12 semanas de edad.

En relación a este parámetro, Aliaga *et al.* indican que:

El tamaño de camada varía sobre todo con las prácticas de manejo y con la calidad genética del animal. Depende mucho del número de folículos maduros, del porcentaje de implantación de los óvulos fecundados y del porcentaje de supervivencia y reabsorción fetal de los mismos, entre otros. Todo esto se debe a factores genéticos y ambientales como la alimentación, la sanidad y las condiciones climáticas que afectan marcadamente la fertilidad, viabilidad y crecimiento de los cuyes¹⁵⁴.

¹⁴⁹ BENAVIDES y CABRERA. Op. cit., p. 57.

¹⁵⁰ CAYCEDO, *et al.* Op. cit., p. 53.

¹⁵¹ CHAUCA. Op. cit., p. 20.

¹⁵² CONDARCO, Citado por ALIAGA, *et al.* Op. cit. p. 255.

¹⁵³ PAJARES A., Cecilia. Reproducción y manejo reproductivo en cuyes (*Cavia porcellus*). Curso: seminario avanzado en investigación. Cajamarca, Perú [online], 2009. [citado 2013 – 08 – 16] p. 2.

¹⁵⁴ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 252.

Por tanto se deduce que cualquiera de los factores anteriormente mencionados pudo afectar los resultados de esta variable.

El tamaño de camada al destete (TCD) presentó un rango de 2.05 – 2.25. Estos valores se encuentran dentro del rango mencionado por Benavides y Cabrera quienes trabajaron en condiciones similares a esta investigación¹⁵⁵ (1.94 – 2.32) y fueron menores a lo reportado por Gamboa y Sotelo¹⁵⁶ (2.65 – 3.12) empleando cercas gazaperas.

Existen diferentes factores que pudieron afectar el resultado de esta variable una de ellas, es la mortalidad la cual suele ser alta en la etapa de lactancia y es por ello que generalmente el TCD es menor al TCN¹⁵⁷.

Otro aspecto importante es la habilidad materna de las reproductoras ya que durante la fase experimental se observó que no todas las hembras tenían la misma destreza para cuidar de sus crías desde el momento del parto. Según Viteri, citado por Gamboa y Sotelo la habilidad materna “es una característica fisiológica que se mide con el número de crías destetadas y el peso de la camada al destete”¹⁵⁸.

Por último Gamboa y Sotelo¹⁵⁹ indican que el TCD es muy importante en el aspecto económico de una producción ya que influye en su rentabilidad.

6.4.4 Variación de peso de la camada. La figura 7 presenta los resultados del peso promedio de la camada al nacimiento y destete, y su incremento durante la lactancia.

¹⁵⁵ BENAVIDES y CABRERA. Op. cit., p.64.

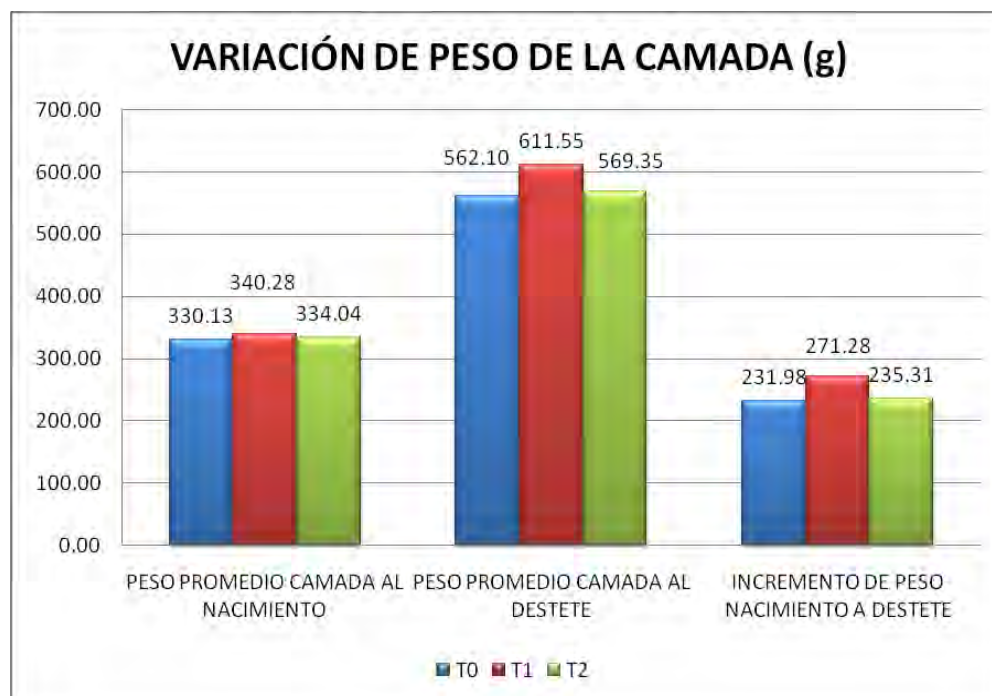
¹⁵⁶ GAMBOA y SOTELO. Op. cit., p. 39.

¹⁵⁷ CHAUCA. Op. cit., p. 23.

¹⁵⁸ VITERI, Citado por GAMBOA y SOTELO. p. 43.

¹⁵⁹ GAMBOA y SOTELO. Op. cit., p. 38.

Figura 7. Variación de peso de la camada



En ninguna de las variables evaluadas se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos según el análisis de varianza (Anexos 22, 23 y 24). Esto indica que las condiciones de los animales en el estudio fueron similares en cuanto al suministro de alimento, manejo sanitario, selección de animales y medio ambiente.

Los resultados para la variable peso de la camada al nacimiento (PCN) fueron: T0:330.13g, T1: 340.28g y T2: 334.04g. Estos valores fueron bajos en comparación con lo encontrado por Gamboa y Sotelo¹⁶⁰ (370.3 - 413.29g) debido a que el TCN obtenido en este estudio fue inferior a lo reportado por dichos investigadores e influyó en esta variable.

Por su parte, Aliaga *et al.*¹⁶¹ mencionan que a mayor tamaño de camada, menor peso individual de las crías, pero mayor peso de la camada. Esto se comprueba con lo expuesto por Arámburu, citado por Aliaga *et al.*¹⁶² al asegurar que existen

¹⁶⁰ GAMBOA y SOTELO. Op. cit., p. 33, 66.

¹⁶¹ ARÁMBURU, Citado por ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 259.

¹⁶² Ibid., p. 255.

camadas de una sola cría con un gran peso al nacer mientras que las crías provenientes de camadas numerosas tienen un bajo peso.

Con relación a la variable peso de la camada al destete (PCD) se encontraron pesos entre 562.10 y 611.55 g los cuales, fueron menores a los encontrados por Gamboa y Sotelo¹⁶³ (702.76 – 900.30g) debido a que estos autores emplearon cercas gazaperas que contribuyeron a asegurar el alimento a las crías y su supervivencia.

El PCD se vio influenciado por la mortalidad presentada durante la lactancia. Además, se afectó por la producción de leche materna y la capacidad de los gazapos de ingerir suficiente alimento los cuales a su vez, están relacionados con la dependencia de las crías a sus madres¹⁶⁴.

Por último, el incremento de peso del nacimiento al destete de la camada fue de 231.98 – 271.28g. Esta variable se vio influenciada entre varios factores, por la alimentación de las crías compuesta por leche materna, forraje y suplemento concentrado que contribuyó con su rápido crecimiento y ganancia de peso.

En causa a lo expuesto Silva, citado por Ojeda y Salazar expone que:

La ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y la calidad de la ración, es decir, entre mayor sea el consumo y mejor la calidad de la ración, la ganancia de peso será también mayor, siempre y cuando se tenga en cuenta los factores que pueden afectar el consumo edad, tamaño, estado fisiológico del animal, aporte nutricional de la ración, palatabilidad y temperatura.

6. 5 PARAMETROS REPRODUCTIVOS

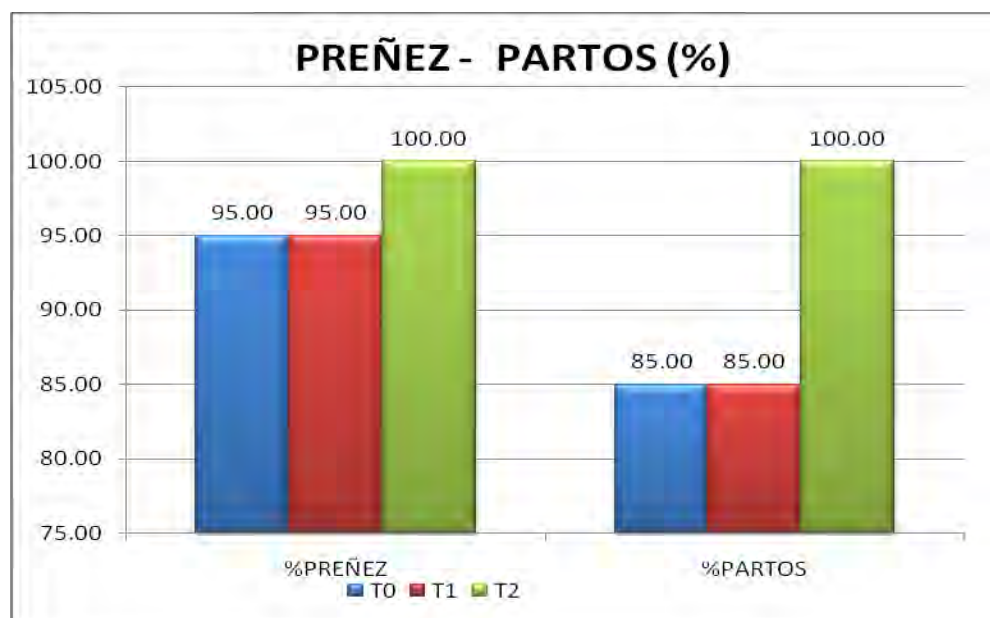
6.5.1 Porcentaje de preñez y de partos. No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Anexo 25 y 26) según el análisis de varianza.

La figura 8 muestra los resultados obtenidos en dichas variables.

¹⁶³ Ibid., p. 74.

¹⁶⁴ CAYCEDO, *et al.* Op.cit., p. 56.

Figura 8. Porcentaje de preñez y de partos



El porcentaje de preñez (hembras preñadas) fue del 95 - 100%, que en comparación con lo encontrado por Aliaga *et al.*¹⁶⁵ (93,97%) fue ligeramente mayor debido, entre otros factores, a que durante la fase experimental no hubo mortalidad de las reproductoras.

Los resultados obtenidos fueron favorables demostrando una buena adaptación a la dieta en donde se suplieron los requerimientos de los animales. Church¹⁶⁶ establece que el consumo adecuado de energía es, posiblemente, el factor nutritivo que más influye en la fertilidad, participando en la madurez sexual y en las tasas de concepción seguido por el tamaño y fortaleza de las crías al nacimiento. En esta medida se asume que los requerimientos energéticos fueron suplidos por la ración.

La variable porcentaje de partos (hembras que parieron) se encontró entre 85 – 100%, valores que se encuentran dentro del rango reportado por Jaramillo y Guerrero¹⁶⁷ (75 – 100%) para hembras primerizas.

¹⁶⁵ ALIAGA, *et al.* Op. cit., p. 235.

¹⁶⁶ CHURCH C., David. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Traducido por Pedro D. Maluenda. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A., 1993. p. 483. ISBN 84 – 200 – 0739 – 0.

¹⁶⁷ JARAMILLO y GUERRERO. Op. cit., p. 61.

Uno de los factores que influyen en este parámetro es el aborto, que de acuerdo con Dávila¹⁶⁸, ocurre en una gestación avanzada por diversos factores que pueden ser de tipo infeccioso o nutricional, pero que la causa principal es el mal manejo durante la crianza, por el estrés que se provoca con la presencia de otros animales y el manejo masivo (dosificaciones, limpiezas, visitas continuas, entre otros).

En esta investigación las hembras que abortaron probablemente fueron afectadas, por una manipulación inadecuada que se presentó durante las actividades de limpieza, pesaje y alimentación.

6.5.2 Número de crías nacidas vivas por parto. Los resultados obtenidos se pueden observar en la figura 9 los cuales no presentaron diferencias estadísticas en el análisis de varianza (Anexo 27).

Figura 9. Número de crías nacidas vivas por parto



Los resultados obtenidos (2.16 – 2.43) se encuentran por debajo de lo reportado por Apráez, Fernández y Hernández¹⁶⁹ (2.75) y dentro del rango mencionado por Chauca *et al.*¹⁷⁰ (1.57 - 3.45).

¹⁶⁸ DÁVILA. Op. cit., p. 6.

¹⁶⁹ APRÁEZ G., José E; FERNÁNDEZ P., Lissette y HERNÁNDEZ G., Alejandro. Evaluación del comportamiento reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alojados en jaulas y pozas. Universidad de

Con respecto a esta variable, Muñoz *et al.*¹⁷¹ mencionan que la prolificidad se entiende como la capacidad de producir descendencia numerosa y frecuente y se evalúa teniendo en cuenta el número de crías nacidas vivas durante la vida reproductiva de las hembras.

Existe una relación entre el número de crías nacidas vivas por parto y el tamaño de camada al nacimiento que hace referencia al total de crías nacidas, siendo la diferencia entre estas, la mortalidad al nacimiento. Es importante resaltar que las hembras evaluadas fueron de primer parto en donde la habilidad materna es baja y se presentan problemas en las labores propias del parto (expulsión eficiente de la cría, limpieza, protección, suministro de calostro¹⁷²).

Church y Pond¹⁷³ mencionan que en la gestación se debe satisfacer las necesidades nutricionales para que las reservas corporales de la madre no se agoten al nutrir al feto y con ello evitar problemas reproductivos como reabsorción fetal, abortos, malformaciones en el feto o mortinatos, crías débiles o de bajo tamaño e incluso efectos de larga duración en la madre. Del mismo modo, se puede decir que las hembras con mayor número de fetos durante la gestación, tienen mayores requerimientos de nutrientes para mantener la preñez y lograr partos exitosos.

Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Revista Veterinaria y Zootecnia [online]. 2009, vol. 3, no. 1 [citado 2013 – 05 – 29], p. 27.

¹⁷⁰ CHAUCA F., Lilia; MUSCARI G., Juan e HIGAONNA O., Rosa. Generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad. Informe final. Perú: Dirección General de Investigación Agraria. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Innovación y Competitividad para el Agro Peruano (INCAGRO), 2005. p. 18.

¹⁷¹ MUÑOZ, *et al.* Op. cit., p. 80.

¹⁷² CHAUCA. Op. cit., p. 18.

¹⁷³ CHURCH y POND. Op. cit., p. 284

6.6 MORTALIDAD

En la figura 10 se indica el porcentaje de mortalidad de las crías durante la lactancia.

Figura 10. Mortalidad de las crías



Durante la fase experimental no se presentó mortalidad en los animales adultos demostrando una adecuada adaptación a las diferentes condiciones de manejo efectuadas, entre ellas: cambio de jaula y ubicación con nuevos animales, tipo de dieta, suministro y pesaje de alimento, labores de aseo, registro de peso y a la presencia de personas en el galpón.

Por otro lado, la mortalidad de las crías lactantes fue de 20.51, 5.41 y 4.88% para T0, T1 y T2 respectivamente. Estos resultados se presentaron debido a que durante la lactancia, existen diferentes factores que afectan la sobrevivencia de las crías tales como la habilidad materna, competencia por espacio y alimento de los animales en la jaula y número de crías por camada; así, las camadas más numerosas pueden presentar mayor mortalidad¹⁷⁴.

¹⁷⁴ GAMBOA y SOTELO. Op. cit., p. 38.

Para determinar la razón por la cual el porcentaje de mortalidad fue mayor para el T0 en comparación con los demás tratamientos, deben contemplarse los factores anteriormente mencionados, particularmente la habilidad materna ya que se observó que algunas hembras de dicho tratamiento no suplieron las necesidades de la cría en cuanto a leche materna, calor y protección. Se tiene en cuenta igualmente que durante esta etapa, las mortalidades son altas tal como lo afirma Chauca¹⁷⁵.

Otro de los aspectos que afectó la mortalidad de las crías en esta investigación fue la ausencia de cerca gazapera la cual, permite el ofrecimiento de alimento en forma más segura, protege a las crías y además, disminuye la muerte por aplastamientos.

¹⁷⁵ Chauca. Op. cit. p. 22.

6.7 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En la Tabla 18 se muestran los costos fijos y costos variables de cada tratamiento en donde se determinó la relación costo beneficio y la rentabilidad según un ingreso aparente.

Tabla 18. Análisis parcial de costos de cada tratamiento

RUBROS	TRATAMIENTOS		
	T0	T1	T2
COSTOS			
COSTOS FIJOS			
Compra de animales	\$ 384,000	\$ 384,000	\$ 384,000
Mano de obra	\$ 49,125	\$ 49,125	\$ 49,125
SUBTOTAL COSTOS FIJOS	\$ 433,125	\$ 433,125	\$ 433,125
COSTOS VARIABLES			
Alimentación			
Forraje	\$ 19,657.08	\$ 19,814.94	\$ 19,695.78
Suplemento	\$ 157,580.93	\$ 137,626.87	\$ 120,820.99
Total	\$ 177,238.01	\$ 157,441.81	\$ 140,516.77
Medicamentos	\$ 61.75	\$ 63.38	\$ 68.25
Vitaminas	\$ 1,804	\$ 1,720	\$ 1,984
Total	\$ 1,865.75	\$ 1,783.38	\$ 2,052.25
SUBTOTAL COSTOS VARIABLES	\$ 179,103.76	\$ 159,225.19	\$ 142,569.02
TOTAL EGRESOS	\$ 612,228.76	\$ 592,350.19	\$ 575,694.02
INGRESOS			
Valor por venta de hembras	\$ 320,000	\$ 320,000	\$ 320,000
Valor por venta de crías	\$ 306,000	\$ 342,000	\$ 369,000
Valor por venta de machos	\$ 64,000	\$ 64,000	\$ 64,000
TOTAL INGRESOS	\$ 690,000	\$ 726,000	\$ 753,000
INGRESOS NETOS	\$ 77,771.24	\$ 133,649.81	\$ 177,305.98
%RENTABILIDAD	12.70	22.56	30.80
%COSTOS DE ALIMENTACIÓN	28.95	26.58	24.41

El costo de un kilogramo de suplemento de los tratamientos T0, T1 y T2 fue de \$1,389, \$1,163 y \$1,037 respectivamente (Anexo 29). La diferencia del valor de T1 y T2 con T0 se debe al costo de la torta de soya la cual presenta valores fluctuantes en el mercado con un precio $\geq$ \$2,000/Kg; por su parte, la inclusión de HER (\$1178,60/Kg, Anexo 30) en T1 y T2 redujo la cantidad de torta de soya en estos suplementos y conllevó a disminuir su costo.

Los costos de alimentación se determinaron mediante el suministro real de forraje y consumo total de suplemento por tratamiento durante el periodo experimental (Anexo 28). El costo de alimentación de los tratamientos fue mayor en el T0 (28.95%) puesto que presentó 100% de inclusión de torta de soya en el suplemento elaborado. Por otro lado se observó que a mayor inclusión de HER los costos de alimentación disminuyen, es por ello que el T2 (24.41%) constituyó el tratamiento más económico por concepto de alimentación.

El valor de compra y venta de los reproductores (hembras y machos) fue de \$16,000; las crías se valoraron en \$9,000 puesto que los cuyes destetos mejorados hasta los 500g de peso pueden venderse a este precio en la granja experimental Botana.

Los ingresos se calcularon según el total de animales en cada tratamiento, debido a que al evaluar la fase reproductiva en cuyes se debe considerar la valoración de los reproductores y crías obtenidas. Los mayores ingresos por concepto de venta de animales los obtuvo el T2 (\$753,000) seguido por el T1 (\$726,000), el menor ingreso lo presentó el T0 (\$690.000) puesto que obtuvo el menor número de crías al destete.

La mejor rentabilidad la presentó el T2 (30.80%), seguido por T1 (22,56%), el menor valor fue para T0 (12,70%). Por lo tanto, el beneficio económico obtenido en T1 y T2 se debió al uso de HER en la alimentación en cuyes en su fase reproductiva puesto que, además de representar una disminución en el costo de alimentación presentó mayor número de crías a la venta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Es posible utilizar la harina de epitelio ruminal como reemplazo de la torta de soya en niveles del 30 o 50% en un suplemento para cuyes en las fases de gestación y lactancia debido a que no afecta negativamente las variables productivas y reproductivas convirtiéndose así, en una alternativa de alimentación.
- El procesamiento del epitelio ruminal garantizó la eliminación de microorganismos patógenos, conservó su valor nutricional y facilitó su manejo en forma de harina en la elaboración de suplementos para cuyes.
- La harina de epitelio ruminal no afectó la palatabilidad de los suplementos y demostró ser un subproducto de origen animal que contribuyó a satisfacer los requerimientos nutricionales de los cuyes en su fase reproductiva.
- Los tratamientos T1 y T2 presentaron la mayor rentabilidad debido a que la inclusión de harina de epitelio ruminal en los suplementos redujo los costos de producción demostrando su viabilidad económica.

7.3 RECOMENDACIONES

- Realizar mayores análisis de laboratorio a la HER como perfil de aminoácidos y análisis microbiológico.
- Usar cercas gazaperas y/o jaulas individuales con el fin de determinar el consumo de alimento de las crías y sus madres garantizando a la vez, una mayor sobrevivencia.
- Determinar los parámetros productivos y reproductivos en cuyes durante las fases de gestación y lactancia en diferentes partos.

- Evaluar la HER en la alimentación de otras especies como aves y cerdos identificando niveles de inclusión en la dieta y la palatabilidad.
- Producir HER de forma industrial en las plantas de beneficio, para proporcionar a los productores una materia prima económica y viable en la elaboración de suplementos.

BIBLIOGRAFÍA

ALIAGA RODRÍGUEZ, Luis, *et al.* Producción de Cuyes. Lima Perú: Fondo Editorial Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2009. 808 p. ISBN 978-612-403-00-00.

APRÁEZ GUERRERO, Edmundo y RODRÍGUEZ UNIGARRO, Patricia. Valor nutritivo y digestibilidad de algunas arvenses de clima frío en cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 2001, vol. 18. no. 1, p. 43 - 57.

APRÁEZ G., Edmundo; ESCOBAR O., Edison y LÓPEZ I., Alfonso. Efecto de la labranza y fertilización orgánica y/o mineral de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la productividad de cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 2001, vol. 18, no. 2, p. 39 - 49.

APRÁEZ G., Edmundo; FERNÁNDEZ P., Lissette y HERNÁNDEZ G., Alejandro. Evaluación del comportamiento reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alojados en jaulas y pozas. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Revista Veterinaria y Zootecnia [online]. 2009, vol. 3, no. 1 [citado 2013 - 05 - 29], p. 25 - 31. Disponible en internet: <[http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/MVZ3\(1\)_5.pdf](http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/MVZ3(1)_5.pdf)>.

BARRETO, Leonor. Guía didáctica del curso Nutrición y Alimentación Animal. Bogotá D.C.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Zootecnia, 2005. 75 p.

BASTIDAS Z., Luis y GUERRERO H., Leonel. Evaluación de diferentes niveles de harina de dalia en cubos multinutricionales como complemento del pasto kikuyo en la alimentación de cuyes en las fases de levante y engorde. Trabajo de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2011. 105 p.

BELALCÁZAR, Luis y NARVÁEZ, Oscar. Valoración nutritiva del forraje colla negra (*Smallantus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), fases de levante y

engorde. Trabajo de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia, 2008. 87 p.

BENAVIDES JIMENEZ, Mario Fernando y CABRERA CÓRDOBA, Jairo Sandro. Evaluación de diferentes niveles de quinua en bloques multinutricionales como suplementos al pasto kikuyo en la fase reproductiva de cuyes. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 1998. 105 p.

BERNAL EUSSE, Javier. Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y Manejo. 4 ed. Bogotá D. C.: Edición Agro – Ideagro, 2003. 551 p.

BUREAU, Dominique P. Utilización de harinas de origen animal en la nutrición de peces. Guelph, Canadá: Fish nutrition Research laboratory. Department. of Animal and Poultry Science. University of Guelph. [online] [citado 2013 - 04 -13]. 10 p. Disponible en internet: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA7/Memorias/albert_tacon.doc>.

BURGOS, Marly y ESPARZA, Esteban. Respuesta nutricional de los cuyes en fases de levante y engorde alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) obtenida en residuos orgánicos. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2006. 83 p.

CARRERA ESCOBAR, Isabel Cristina. Fertilización del kikuyo con tres fuentes nitrogenadas, dos sólidas y una líquida en tres niveles y dos frecuencias. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. Sangolquí – Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, 2011. 97 p.

CASTRO, Hever Patricio. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Utah, USA: Brigham Young University. Benson Agriculture and Food Institute, 2002. 29 p.

CAYCEDO VALLEJO, Alberto. Experiencias Investigativas en la producción de cuyes. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Vicerrectoría de Investigaciones, Postgrados y relaciones Internacionales. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2000 323 p.

-----, Línea de investigación en cuyes y sus alcances en la tecnificación de la explotación. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Vicerrectoría de Investigaciones, Postgrados y relaciones Internacionales, 1993. 24 p.

CAYCEDO VALLEJO, Alberto, *et al.* Producción sostenible de cuyes. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico, Agropecuario y Agroindustrial. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Vicerrectoría de Investigaciones, Posgrados y Relaciones Internacionales, 2011. 239 p. ISBN 978-958- 8609-00-3.

CHAUCA, Lilia. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Estudio FAO producción y sanidad animal 138 [online], 1997. 93 p. Disponible en internet: <<http://www.fao.org/docrep/W6562S/W6562S00.htm>>.

-----, *et al.* Proyecto sistemas de producción de cuyes. Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), 1994, 99 p. (Tomo 2). Disponible en internet: <<http://www.inia.gob.pe/documentos/PSP%20CUYES%20Tomo%201.pdf>>.

-----; MUSCARI G., Juan. e HIGAONNA O., Rosa. Caracterización reproductiva de cuyes reproductores Perú PPC. La Molina, Perú: Investigaciones en cuyes. Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), 2008. 65 p. Disponible en internet: <<http://www.inia.gob.pe/documentos/INIA-INCAGRO2005.pdf>>.

-----, Generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad. Informe final. Perú: Dirección General de Investigación Agraria. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Innovación y Competitividad para el Agro Peruano (INCAGRO), 2005.

CHURCH C., David. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Traducido por Pedro D. Maluenda. Zaragoza – España: Editorial Acribia S.A., 1993. 645 p. ISBN 84 – 200 – 0739 – 0.

CHURCH, D. y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Editorial Limusa, S.A., 1998. 438 p. ISBN 968 – 18 – 2173 – 4.

CORREA, Ramón. La crianza del cuy. San Juan de Pasto: Instituto Colombiano Agropecuario, 1988. 47 p.

DÁVALOS, Rosa. Problemas reproductivos en la crianza de cuyes. El Mantaro, Perú: Universidad Mayor de San Marcos. Instituto Veterinario de Investigaciones tropicales y de Altura. Estación Experimental (IVITA), 2010. 14 p. Disponible en internet: <http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/manualCUYES_final.pdf>.

DELGADO, G.; CARPIO, A. del y GUERRERO, J. Niveles de harina de sangre en la alimentación suplementaria de cuyes en crecimiento. Lima, Perú: Investigaciones en cuyes. Resúmenes, 1994. 176 p. Disponible en internet: <<http://www.inia.gob.pe/documentos/IF-Cuy.pdf>>.

DELLMAN, Horst – Dieter y BROWN, Esther M. Histología veterinaria. Traducido por Tarazona Vilas, J. M. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1980. 529 p.

DYCE, K.; SACK, W. y WENSINC, C. Anatomía veterinaria. 3 ed. Madrid, España: El manual moderno, 2007.

EGAS V., Lucy y CAYCEDO, Alberto. Curso sobre aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Secretaría de Agricultura y Fomento de Nariño. Secretaría de Investigaciones, 1992. 97 p.

ESPAÑA. INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO (AINIA). Mejores técnicas disponibles para la industria de aprovechamiento de subproductos de origen animal. Registro Estatal de Emisiones Contaminantes [online], [citado 2013 – 04 -13]. 82 p. Disponible en internet: <<http://www.prtr-es.es/data/images/La%20industria%20de%20subproductos%20de%20origen%20animal-9EF41AF258214363.pdf>>.

ESTRADA NARVÁEZ, Julián. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Editorial Universidad de Caldas. Colección Ciencias Agropecuarias, 2004. 511 p.

FIGUEROA, Vilda y SANCHEZ, Manuel. Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. En: Memorias de

un taller regional (1:5 – 8, septiembre, 1994: La Habana, Cuba). Memorias. Roma: Investigaciones Porcinas (IIP) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO [online], 1997 [citado 2013 – 04 – 24]. 255 p. Disponible en internet: < <http://books.google.com.co>>.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA). Normas. Especificación técnica para materia prima. Subproductos animales. Harinas de carne 44/15/28, [online] 2002. [citado 2013 - 04 - 13] 30 p. Disponible en internet: <http://www.fundacionfedna.org/normas_fedna_formulacion_piensos>.

GAMBOA, Janeth y SOTELO, Sergio. Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína en la suplementación de cuyes (*Cavia porcellus*) lactantes manejados con cerca gazapera Tesis de grado. Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2000. 127 p.

GLOOBE, Hanan. Anatomía aplicada del bovino. San José, Costa Rica: Servicio Editorial IICA [online], 1989. 226 p. Disponible en internet: < <http://books.google.es> >.

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 (vaporizados), de carne y hueso y de despojo de mamíferos para la alimentación de rumiantes. Bogotá D. C.: Resoluciones ICA [online] 2001, [citado 2013 – 04 – 29], 5 p. Disponible en internet: <<http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/transfron/eeb/pdf/fincol.pdf>>.

JARAMILLO ENRIQUEZ, Sandra Liliana y GUERRERO MARMOL, Oscar Edmundo. Evaluación del estiércol de cerdo y contenido ruminal con y sin úrea en cubos multinutricionales en la fase reproductiva de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Zootecnia, 1992. 111 p.

JOJOA NASPIRÁN, Luis Gerardo y SILVA PASAJE, Jesús Álvaro. Determinación de factores edafoclimáticos que afectan la productividad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en condiciones naturales en la zona rural del municipio de Ipiales y el municipio de Aldana. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias pecuarias, 2001. 98 p.

LLOYD, L. E.; MCDONALD, B. E. y CRAMPTON, E. W. Fundamentos de nutrición. Traducido por Aurora Pérez. 2 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1982. 464 p.

MATEOS, G.; REBOLLAR, P. y MEDEL P. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. En: Curso de Especialización FEDNA (12: 7 – 8, noviembre: Madrid). España: Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de producción animal [online]. 1996 [Citado 2013 – 04 – 22], 18p. Disponible en internet: <<http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capitulo1.pdf>>.

MCDONALD, Peter, *et. al.* Nutrición animal. 5 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A., 1999. 576 p.

MIRAMAC, John y PORTILLO, Paola. Valoración de la harina de fríjol 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. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia, 2007. 99 p.

MONCAYO GALLIANI, Roberto. Crianza comercial de cuyes y costos de producción. En: Curso y Congreso Latinoamericano de Cuyicultura y Mesa Redonda sobre Cuyicultura Periurbana (5:11 – 14 octubre: Puerto Ayacucho, estado Amazonas). Memorias. Venezuela: Gobernación Estado de Amazonas [online]. 2000 [citado 2013 - 04 - 25], 159 p. Disponible en internet: <<http://www.fudeci.org.ve/adds/congreso.pdf>>.

MUÑOZ CORDERO, Lydia, *et al.* El cuy historia, cultura y futuro regional. San Juan de Pasto: Colombia gráfica. Alcaldía de Pasto. Subsecretaría de Programas y Proyectos UMATA, 2004. 143 p.

OJEDA, Leidy y SALAZAR, Johana. Efecto de la suplementación con harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en la fase de levante y engorde. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2011. 84 p.

ORELLANA T.; CASTRO, J. y CHIRINOS, D. Harina de sangre de asnos como sustituto de la harina de pescado en suplementos de cuyes en crecimiento. Lima, Perú: Investigaciones en cuyes, 2008. 155 p. 112. (Tomo II). Disponible en internet: <<http://www.inia.gob.pe/documentos/APPA-RESUMEN-1994-2007.pdf>>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Evaluación y reforzamiento del sistema de prevención de la encefalopatía espongiforme bovina y el sistema de control de calidad de los piensos – aspectos legislativos. Informe. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) [online] 2003, [citado 2013 – 04 – 29], 10 p. Disponible en internet: <<http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/transfron/eeb/pdf/fincol.pdf>>.

ORTEGÓN MORALES, Margarita y MORALES ALARCÓN, Fernando. El Cuy. San Juan de Pasto: Marmor Ediciones técnicas, 1987. 290 p.

PAJARES A., Cecilia. Reproducción y manejo reproductivo en cuyes (*Cavia porcellus*). Curso: seminario avanzado en investigación. Cajamarca, Perú [online], 2009. [citado 2013 – 08 – 16] p. 2. Disponible en internet: <http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/pajares_cuy.pdf>.

PARREÑO SALAS, John Jairo. Valoración nutricional de la harina de epitelio ruminal en alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la fase de levante y ceba. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 2012. 82 p.

PARSI, Jorge, *et al.* Valoración nutritiva de alimentos y formulación de dietas. Cursos de producción animal. Argentina: Sitio Argentino de Producción Animal, Universidad Nacional de Rosario [online], 2001. [citado 2013 – 04 – 24] 32 p. Disponible en internet: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf>.

PAZ SÁNCHEZ, Félix de. Procesado y calidad de las harinas de carne. Carnes desengrasadas y carnes ricas en grasa. En: curso de especialización FEDNA (9: 8 - 9 noviembre: Barcelona). Memorias. España: FEDNA [online], 1993 [citado 2013 – 04 – 13]. 27 p. Disponible en internet: <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento_alimentacionanimal_mariabelalcazar/Calidad_Harinas_de_Carne_FN.pdf>.

PEÑA PAREDES, Hilda Marisol. Determinación del costo de producción y comercialización de harina de carne y hueso a partir de productos secundarios bovinos y su factibilidad financiera en Honduras. Tesis de grado Ingeniera en Administración de Agronegocios, licenciatura. Zamorano, Honduras: Zamorano. Carrera de administración de agro negocios, 2007. 38 p. Disponible en internet: <<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/466/1/T2468.pdf>>.

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

RELLING, Alejandro Enrique y MATTIOLI, Guillermo Alberto. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Ciudad de La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Editorial EDULP [online], 2003. [citado 2012 – 08 – 15] 72 p. Disponible en internet: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>

RICO NUMBELA, Elizabeth. Alternativas de alimentación en cuyes en crianzas familiares. En: Curso y Congreso Latinoamericano de Cuyicultura y esa Redonda sobre Cuyicultura Periurbana (5:11 – 14 octubre, Puerto Ayacucho, estado Amazonas). Memorias. Venezuela: Gobernación Estado de Amazonas [online]. 2000 [citado 2012 – 05 - 31], 159 p. Disponible en internet: <<http://www.fudeci.org.ve/adds/congreso.pdf>>.

RUBIO REVELO, Carlos Eduardo y SÁNCHEZ ANDINO, Alberto Marino. Evaluación de cubos multinutricionales en la etapa de gestación en cuyes. Tesis de grado Zootecnista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia, 1993. 131 p.

SÁNCHEZ LÓPEZ, Guillermo. Ciencia básica de la carne. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Fondo Nacional Universitario, 1999. 185 p. ISBN 958 – 9251 – 39 – 0.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COMAHUE. Proteínas – tejido conjuntivo. Argentina: Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud [online], [citado 2012 – 08 – 15] 15 p. Disponible en internet: <<http://faciasweb.uncoma.edu.ar/academica/materias/morfo/ARCHIVOPDF6/PARTE4/PROTEINAS.pdf>>.

VIELMA, Rosa A. *et al.* Perfil electroforético y calidad microbiológica de la harina de lombriz *Eisenia foetida*. Revista Chilena de Nutrición [online]. Septiembre 2008, vol. 35, no. 3 [Citado 2013 – 04 – 25], p. 225 – 234. Disponible en internet: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-751820080003000008&script=sci_arttext>.

ANEXOS

Anexo 1. Balance teórico de los suplementos utilizados.

INFORMACIÓN UTILIZADA PARA BALANCEAR LAS RACIONES DE LOS TRATAMIENTOS			
PROPORCIÓN PASTO SUPLEMENTO 60:40			
NUTRIENTE	MS (g)	PROT (g)	KcalED/Kg
REQUERIMIENTO	88,4	15,91	247,52
APORTE PASTO	53,0	8,1	129,7
DIFERENCIA	-35,36	-7,85	-117,85
COMPOSICION DEL SUPLEMENTO		22,20%	3332,78

FORMULACION BALANCEADO TESTIGO							
MP	MS %	Cant.	APORTE MS	PROT %	APORTE PROT	ENERGIA KcalED/Kg	APORTE ENERGÍA
Maíz	0,88	14,4	12,67	9,5	1,20	3420	43,34
T. Soya	0,91	37,2	33,85	46,5	15,74	3350	113,40
Mog Trigo	0,89	48	42,72	15,6	6,66	3000	128,16
Aceite	1	5,4	5,4	0	0	9000	48,6
Melaza	0,77	12	9,24	2	0,18	2540	23,47
CaCO2	0,99	1,2	1,19	0	0	0	0
Sal	0,9	0,6	0,54	0	0	0	0
PVM	0,95	1,2	1,14	0	0	0	0
TOTAL		120	106,75	22,29	23,79	3343,94	356,97

FORMULACION BALANCEADO T1							
INCLUSIÓN	0,3	EPITELIO	0,7	SOYA			
MP	MS %	Cant.	APORTE MS	PROT %	APORTE PROT	ENERGIA KcalED/Kg	APORTE ENERGÍA
Maíz	0,88	32,4	28,51	9,5	2,71	3420	97,51
T. Soya	0,91	26,06	23,70	46,5	11,02	3350	79,38
Mog Trigo	0,89	36,36	32,36	15,6	5,05	3000	97,08
Epitelio R	0,96	12,58	12,08	39,1	4,72	4871,2	58,83
Melaza	0,77	9,6	7,39	2	0,15	2540	18,78
CaCO2	0,99	1,2	1,19	0	0	0	0
Sal	0,9	0,6	0,54	0	0	0	0
PVM	0,95	1,2	1,14	0	0	0	0
TOTAL		120	106,91	22,12	23,65	3288,70	351,58

FORMULACION BALANCEADO T2							
INCLUSIÓN	0,5	EPITELIO	0,5	SOYA			
MATERIA PRIMA	MS%	Cant.	APORTE MS	PROT %	APORTE PROT	ENERGIA KcalED/Kg	APORTE ENERGÍA
Maíz	0,88	8,4	7,39	9,5	0,70	3420	25,28
T. Soya	0,91	18,6	16,93	46,5	7,87	3350	56,70
Mog Trigo	0,89	53,44	47,55	15,6	7,42	3000	142,66
Epitelio R	0,96	20,96	20,13	39,1	7,87	4871,2	98,05
Melaza	0,77	15,6	12,01	2	0,24	2540	30,51
CaCO2	0,99	1,2	1,19	0	0	0	0
Sal	0,9	0,6	0,54	0	0	0	0
PVM	0,95	1,2	1,14	0	0	0	0
TOTAL		120	106,88	22,55	24,10	3304,69	353,21

Anexo 2. Análisis químico proximal del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

 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-104C-12
Solicitante: Maura Alejandra Benavides		Muestra: Pasto Kikuyo		Código lab	537
Dirección: Calle 2 A Sur, Edificio Portal de Mijitayo, Apto 107. Pasto		Procedencia: Granja Experimental Botana, Universidad de Nariño			
cc / nit: 1.085.913.307		Altitud: 2820 msnm	T° promedio: 12,3 °C	Altura corte	
Teléfono: 300 614 3895		Fecha de Muestreo: DD 12 MM 09 AA 12			
e-mail: mauraaleja89@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra: DD 12 MM 09 AA 12		Fecha Reporte: DD 18 MM 10 AA 12	
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, Calcio, Fósforo, Magnesio			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Pasto Kikuyo	
					B.H.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	86,6	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	13,4	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	1,96	14,6
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	0,34	2,55
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	3,47	25,9
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	3,00	22,4
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	4,62	34,5
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	56,0	418
Proteína verdadera	Agua caliente. Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	2,03	15,2
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/100g	-	0,48	3,59
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,04	0,30
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,06	0,45
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,05	0,36

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA	
	B.H.: Base Húmeda	B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449	

Laboratorio de Bromatología y Alimentos

Elaboró: GSE 18/10/2012
Revisó: GSE 18/10/2012

Anexo 3. Análisis químico proximal de la harina de epitelio ruminal.

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

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-104B-12	
Solicitante: Maura Alejandra Benavides		Muestra: Harina de Epitelio ruminal		Código lab: 538	
Dirección: Calle 2 A Sur, Edificio Portal de Mijitayo, Apto 107. Pasto		Procedencia: Planta Frigovito Corregimiento: Jongovito Municipio: Pasto			
cc / nit: 1.085.913.307					
Teléfono: 300 614 3895		Fecha de Muestreo DD 17 MM 08 AA 12			
e-mail: mauraaleja89@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra DD 12 MM 09 AA 12			
		Fecha Reporte DD 09 MM 10 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energá, Calcio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Azufre, Nitrógeno proteico			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina Epitelio ruminal	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	3,97	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	96,0	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	4,96	5,16
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	46,3	48,2
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	1,84	1,91
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	38,0	39,6
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	4,96	5,16
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	696	724
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,89	0,93
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,36	0,38
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,05	0,05
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,21	0,22
Proteína verdadera	Precipitación TCA. Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	37,6	39,1

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449


 Gloria Sánchez Espinoza
 Téc. Laboratorio Bromatología y Alimentos
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 09/10/2012
 Revisó: GSE 09/10/2012

Anexo 4. Análisis químico proximal del suplemento con 100% torta de soya.

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

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-127A-12		
Solicitante: Maura Alejandra Benavides		Muestra T O. Concentrado Cuyes.		Código lab	621	
Dirección: Edificio Portal de Mijitayo Apto 107 A. Pasto		Gestación - Lactancia				
cc / nit: 1.085.913.307		Procedencia Pasto				
Teléfono: 300 614 3895		Fecha de Muestreo	DD 08 MM 11 AA 12			
e-mail mauraaleja89@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra	DD 08 MM 11 AA 12			
		Fecha Reporte	DD 01 MM 12 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T0 Concentrado cuyes	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	11,1	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	88,9	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	6,85	7,70
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	6,91	7,78
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	5,49	6,18
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	21,4	24,0
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	48,3	54,3
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	404	455
OBSERVACIONES		RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca				
Aseguramiento de Calidad de Resultados		Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449				


 Gloria Sánchez Espinoza
 Téc. Laboratorio Bromatología y Alimentos
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 01/12/2012
 Revisó: GSE 01/12/2012

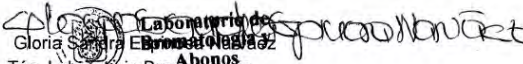
Anexo 5. Análisis químico proximal del suplemento con 30% de reemplazo de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal.

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

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-127B-12
Solicitante: Maura Alejandra Benavides		Muestra: T 1. Concentrado Cuyes.		Código lab	622
Dirección: Edificio Portal de Mijitayo Apto 107 A. Pasto		Gestación - Lactancia			
cc / nit: 1.085.913.307		Procedencia: Pasto			
Teléfono: 300 614 3895		Fecha de Muestreo		DD 08 MM 11 AA 12	
e-mail: mauraaleja89@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra		DD 08 MM 11 AA 12	
		Fecha Reporte		DD 01 MM 12 AA 12	
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T1 Concentrado cuyes	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	11,1	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	88,9	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	5,88	6,61
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	6,98	7,85
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	8,02	9,02
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	23,1	26,0
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	44,9	50,5
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	422	475

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449
----------------------	--


 Gloria Sandoval Benavides
 Abonos
 Téc. Laboratorio Bromatología
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 01/12/2012
 Revisó: GSE 01/12/2012

Anexo 6. Análisis químico proximal del suplemento con 50% de reemplazo de la fuente proteica (torta de soya) por harina de epitelio ruminal.

 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-127C-12	
Solicitante: Maura Alejandra Benavides		Muestra T 2. Concentrado Cuyes.		Código lab	623	
Dirección: Edificio Portal de Mijitayo Apto 107 A. Pasto		Gestación - Lactancia				
cc / nit: 1.085.913.307		Procedencia Pasto				
Teléfono: 300 614 3895		Fecha de Muestreo		DD 08 MM 11 AA 12		
e-mail mauraaleja89@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra		DD 08 MM 11 AA 12		
		Fecha Reporte		DD 01 MM 12 AA 12		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T2 Concentrado cuyes	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	10,7	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	89,3	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	6,68	7,48
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	9,86	11,0
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	8,46	9,48
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	25,0	28,0
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	39,3	44,0
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	428	479

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA	
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca	B.S.: Base Seca
	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales.	
	Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009	
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008	
	Certificado IQNET CO-SE-CER 110449	


 Gloria Saez Espinoza
 Téc. Laboratorio Bromatológico
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 01/12/2012
 Revisó: GSE 01/12/2012

Anexo 7. Análisis microbiológico de la harina de epitelio ruminal.

	SECCION DE LABORATORIOS INFORME RESULTADOS DE MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-103
		Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 2010-09-30

AREA: LABORATORIO MICROBIOLOGICO DE ABONOS ORGANICOS

Fecha toma muestra:	17 de Septiembre de 2012	Acta número:	006
Hora toma muestra:	-	Código de la muestra:	LMABO12-19
Fecha de Recepción:	16 de Octubre de 2012	Establecimiento:	-
Hora de Recepción:	11:00 a.m.	Representante legal:	Angie Lorena Obando
Fecha de Reporte:	26 de Octubre de 2012	Nit/CC:	1 085 280 474
Producto:	Harina de Epitelio Ruminal	Dirección y Tel:	3166371825
Muestra tomada por:	Angie Lorena Obando	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Análisis solicitado:		Sitio de toma:	Planta Frigovito
Observaciones:		Motivo de Análisis:	Estudio

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	VALOR ENCONTRADO
Número más probable de Coliformes totales/g	Menor de 3
Salmonella	Negativo


NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Profesional de Laboratorio
 Registro No 125

Anexo 8. Análisis ácidos grasos de la harina de epitelio ruminal.



UNIVERSIDAD DE NARIÑO SECCION DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA

Tabla No 1

Muestra 1- Harina de Epitelio Ruminal (538) Cod LC202-12

Tiempo de Retención (Minutos)	Cantidad Relativa %*	Identificación
12,08	0,64	Acido Tetradecanoico ME
12,99	26,02	Acido Palmítico ME
13,22	2,14	Acido Palmitoleico ME
14,78	28,22	Acido Esteárico ME
15,06	27,86	Acido Oleico ME
15,59	2,60	Acido Linoleico ME
16,74	0,13	Acido Linolénico ME
17,30	0,26	Acido Araquídico ME

ME: Metil Esteres

* Porcentaje relativo al total de compuestos integrados en el GC-FID.

- Los resultados del presente informe aplican únicamente para la muestra entregada por el usuario al Laboratorio y en ningún caso constituyen una generalización.
- Los resultados descritos en este informe son confidenciales y de propiedad del solicitante

Cordialmente

David Arturo Perdomo
Químico, Laboratorio Cromatografía
Universidad de Nariño

Anexo 9. Aportes nutricionales de las dietas en gestación y lactancia.

CONTENIDO NUTRICIONAL KIKUYO			
MS (%)	PROT (%)	FC (%)	KcalED/kg
13.4	15.2	25.9	2444.81
CONTENIDO NUTRICIONAL SUPLEMENTOS			
NUTRIENTE	T0	T1	T2
MS (%)	88.9	88.9	89.3
PROT (%)	24	26	28
FC (%)	6.18	9.02	9.48
KcalED/Kg	3491.22	3461.18	3511.44

GESTACIÓN			
CMS	T0	T1	T2
(g)ANIMAL/DIA	77.74	81.52	78.82
PROPORCIÓN			
PASTO	SUPLEMENTO		
53%	47%		
CONSUMO DE NUTRIENTES			
PASTO	41.20	43.21	41.77
SUPLEMENTO	36.54	38.31	37.05
MATERIA SECA (g)	77.74	81.52	78.82
PASTO	6.26	6.57	6.35
SUPLEMENTO	8.77	9.96	10.37
PROTEINA (g)	15.03	16.53	16.72
PASTO	100.73	105.63	102.13
SUPLEMENTO	127,56	132,61	130.08
ENERGIA (g/100g)	228.29	238.24	232.21
PASTO	10.67	11.19	10.82
SUPLEMENTO	2.26	3.46	3.51
FIBRA (g)	12.93	14.65	14.33

LACTANCIA			
CMS	T0	T1	T2
(g) ANIMAL/DIA	109.40	110.21	108.17
PROPORCIÓN			
PASTO	SUPLEMENTO		
54%	46%		
CONSUMO DE NUTRIENTES (g)			
PASTO	59.08	59.51	58.41
SUPLEMENTO	50.32	50.70	49.76
MATERIA SECA (g)	109.40	110.21	108.17
PASTO	8.98	9.05	8.88
SUPLEMENTO	12.08	13.18	13.93
PROTEINA (g)	21.06	22.23	22.81
PASTO	144.43	145.50	142.81
SUPLEMENTO	175.69	175.47	174.72
ENERGIA (g/100g)	320.12	320.97	317.53
PASTO	15.30	15.41	15.13
SUPLEMENTO	3.11	4.57	4.72
FIBRA (g)	18.41	19.99	19.85

Anexo 10. Análisis de varianza para consumo de forraje (MS) en gestación.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	314.300000	157.1500	1.2300	0.3300
Error	9	1148.7400	127.6300		
Total correcto	11	1463.0500			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.21	4.48	3.12

Anexo 11. Análisis de varianza para consumo de suplemento (MS) en gestación.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	236.550000	118.2700	1.1700	0.3500
Error	9	911.7900	101.3100		
Total correcto	11	1148.3400			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.68	4.48	3.01

Anexo 12. Análisis de varianza para consumo de total de materia seca en gestación.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1093.370000	546.6800	1.2000	0.3400
Error	9	4107.4100	456.3700		
Total correcto	11	5200.7780			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.43	4.48	6.01

Anexo 13. Análisis de varianza para consumo de forraje (MS) en lactancia.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	28.360000	14.1800	0.1200	0.8914
Error	9	1095.6700	121.7400		
Total correcto	11	1124.0300			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.29	3.10	1.45

Anexo 14. Análisis de varianza para consumo de suplemento (MS) en lactancia.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	161.470000	80.6300	0.5100	0.6100
Error	9	1421.7800	157.9700		
Total correcto	11	1583.2600			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.34	4.18	2.50

Anexo 15. Análisis de varianza para consumo total de materia seca en lactancia.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	303.730000	151.8600	0.3300	0.7200
Error	9	4131.9200	459.1000		
Total correcto	11	4435.6600			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.68	3.26	4.56

Anexo 16. Análisis de varianza para peso promedio a la monta.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	660.980000	330.4900	0.2700	0.7663
Error	9	10847.4800	1205.2700		
Total correcto	11	11508.4600			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.057	3.86	5.32

Anexo 17. Análisis de varianza para peso promedio al parto.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	5977.400000	2988.7000	0.5200	0.1600
Error	9	51726.0300	5747.3300		
Total correcto	11	57703.4300			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.4035	6.56	17.23

Anexo 18. Análisis de varianza para incremento de peso de la monta al parto.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3677.160000	1838.5800	0.2400	0.7900
Error	9	68804.9100	7644.0000		
Total correcto	11	72482.0700			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.63	3.90	12.45

Anexo 19. Análisis de varianza para peso promedio de las hembras al destete.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	11744.590000	5872.2900	0.8000	0.4781
Error	9	65898.2400	7322.0200		
Total correcto	11	77642.8300			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.48	7.39	31.20

Anexo 20. Análisis de varianza para tamaño de camada al nacimiento.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.382800	0.1914	0.8600	0.4500
Error	9	2.0000	0.2224		
Total correcto	11	2.3800			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.41	18.80	0.09

Anexo 21. Análisis de varianza para tamaño de camada al destete.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.083000	0.0410	0.3400	0.7200
Error	9	1.1100	0.1200		
Total correcto	11	1.1900			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.35	16.25	0.08

Anexo 22. Análisis de varianza para peso promedio de la camada al nacimiento.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	209.640000	104.8200	0.0600	0.2500
Error	9	15854.3600	1761.5900		
Total correcto	11	16064.0100			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.49	12.53	5.45

Anexo 23. Análisis de varianza para peso promedio de la camada al destete.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	5704.560000	2852.2800	0.9200	0.4300
Error	9	28035.7200	3115.0800		
Total correcto	11	33740.2800			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.39	9.60	21.20

Anexo 24. Análisis de varianza para incremento de peso de la camada del nacimiento al destete.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3798.280000	1899.1400	0.4900	0.6200
Error	9	34697.7100	3855.3000		
Total correcto	11	38496.0000			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.53	5.22	12.00

Anexo 25. Análisis de varianza para porcentaje de preñez.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	66.660000	33.3300	0.5000	0.6200
Error	9	600.0000	66.6600		
Total correcto	11	666.6600			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.59	8.44	4.08

Anexo 26. Análisis de varianza para porcentaje de partos.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	600.000000	300.0000	1.9300	0.2000
Error	9	1400.0000	155.5500		
Total correcto	11	2000.0000			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.35	13.85	6.23

Anexo 27. Análisis de varianza para número de crías nacidas vivas por parto.

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. Media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.157900	0.0780	0.6300	0.5500
Error	9	1.1200	0.1200		
Total correcto	11	1.2800			

R- cuadrado	Coef Var	Err. Estd
0.71	15.28	0.06

Anexo 28. Costos de alimentación

Costos de Alimentación			
	Cantidad ofrecida (Kg)	Valor por Kg	Precio Total
Forraje			
T0	1092.06	\$ 18	\$ 19,657
T1	1100.83	\$ 18	\$ 19,815
T2	1094.21	\$ 18	\$ 19,696
Concentrado			
T0	113.41	\$ 1,389.48	\$ 157,581
T1	118.29	\$ 1,163.47	\$ 137,627
T2	116.5	\$ 1,037.09	\$ 120,821
Costo total			
			T0
			\$ 177,238
			T1
			\$ 157,442
			T2
			\$ 140,517

Anexo 29. Costo/Kg de suplemento

INGREDIENTES	VALOR/ Kg	T0		T1		T2	
		Cant. Kg	COSTO TOTAL	Cant. Kg	COSTO TOTAL	Cant. Kg	COSTO TOTAL
Maíz	\$ 960	14.4	\$ 13,824	32.40	\$ 31,104	8.4	\$ 8,064
Torta de Soya	\$2,326	37.2	\$ 86,538	26.06	\$ 60,633	18.6	\$ 43,269
Mogolla	\$ 661	48	\$ 31,727	36.36	\$ 24,033	53.4	\$ 35,320
Melaza	\$ 677	12	\$ 8,129	9.60	\$ 6,503	15.6	\$ 10,568
Aceite	\$ 4,444	5.4	\$ 24,000		\$ 0	0	\$ 0
Carbonato	\$ 500	1.2	\$ 600	1.20	\$ 600	1.2	\$ 600
Sal	\$ 600	0,6	\$ 360	0.60	\$ 360	0.6	\$ 360
PMV	\$ 1,300	1.2	\$ 1,560	1.20	\$ 1,560	1.2	\$ 1,560
HER	\$ 1,179		\$ 0	12.58	\$ 14,823	20.9	\$ 24,711
TOTAL		120	\$ 166,738	120.00	\$ 139,616	120	\$ 124,451
COSTO/Kg			\$ 1,389		\$ 1,163		\$ 1,037

Anexo 30. Determinación del precio de venta de HER

CONCEPTO	VALOR
Epitelio ruminal	600
Mano de obra	128.6
Uso biodigestor	200
Ganancia	250
TOTAL	1178.6