

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA Y ENERGÍA SOBRE
ALGUNOS INDICADORES REPRODUCTIVOS Y METABÓLICOS EN LA FASE
DE GESTACIÓN Y LACTANCIA DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

ROBERTO JAVIER BELTRÁN CEBALLOS

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN ANIMAL
PASTO – COLOMBIA**

2016

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA Y ENERGÍA SOBRE
ALGUNOS INDICADORES REPRODUCTIVOS Y METABÓLICOS EN LA FASE
DE GESTACIÓN Y LACTANCIA DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

ROBERTO JAVIER BELTRÁN CEBALLOS

**Trabajo presentado como requisito parcial para optar al grado de
Magister en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción Animal**

Asesor:

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO Zoot. M.Sc, Ph.D.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN ANIMAL
PASTO – COLOMBIA**

2016

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los 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. IPA. M.Sc.

Jurado delegado

ELIZABETH LAGOS BURBANO. Zoot. MSc.

Jurado

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ. Zoot. IPA. Esp. M.Sc.

Jurado

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

Asesor

San Juan de Pasto, Marzo de 2016

AGRADECIMIENTOS

Edmundo Apráez Guerrero.

Zoot. M.Sc., Ph.D.

Lesvy Ramos Obando

Zoot. IPA. M.Sc.

Elizabeth Lagos Burbano.

Zoot. Esp. M.Sc.

Javier Andrés Martínez.

Zoot. IPA. M.Sc. Esp.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Centro sur colombiano de logística internacional

Laboratorios “ANÁLISIS”

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

DEDICO A:

MI PADRE ROBERTO ANTONIO BELTRÁN GUZMÁN

MI MADRE ANA LUISA CEBALLOS PAÑAFIEL.

MI HERMANA MÓNICA ELIZABETH BELTRÁN CEBALLOS.

MI HERMANO JOSÉ LUÍS BELTRÁN CEBALLOS.

MI NOVIA DIANA XIMENA CHAMORRO REINA.

MIS AMIGOS.

RESUMEN

Se evaluó diferentes niveles de energía y proteína sobre los metabolitos y los parámetros productivos y reproductivos en gestación y lactancia de cuyes. El estudio se realizó en el plantel cuyícola CUYES SUPER, ubicado en municipio de Pupiales – Nariño. Se utilizó 100 hembras y 20 machos. Las dietas evaluadas fueron: T0, forraje (mezcla) sin alimento balanceado; T1, forraje y balanceado (17% de proteína y 2960 Kcal ED/kg); T2, forraje y balanceado (19% de proteína y 2960 Kcal ED/kg); T3, forraje y balanceado (17% de proteína y 3100 Kcal ED/kg); T4, forraje y balanceado (19% de proteína y 3100 Kcal ED/kg). Se evaluó el cambio de peso en gestación y lactancia, consumo de MS, proteína, energía y fibra, tamaño de camada y peso al nacimiento y destete, fertilidad, mortalidad al nacimiento y destete de hembras y gazapos, además los metabolitos glucosa, creatinina y ácido ureico. Se utilizó un diseño al azar con 4 tratamientos y se correlacionó las variables reproductivas y los metabolitos. Las hembras en gestación y lactancia del T0 tuvieron un menor consumo de MS (97.33 y 119.99 g/día, $p < 0.05$). El consumo de energía en gestación y lactancia fue menor para el T0 (251.06 y 309.51 Kcal ED/día, $p < 0.05$). Igual comportamiento se observó en el consumo de proteína (18.40 y 22.68 g/día, $p < 0.05$). El consumo de fibra en gestación fue similar entre tratamientos (rango de 22.68 a 28.60 g/día, $p > 0.05$). Sin embargo, en lactancia el T0 tuvo un menor consumo (35.64 g/día, $p < 0.05$). Las variables cambio de peso en gestación (106,00 a 167.75 g/periodo) y lactancia, (48.25 a 74.17 g/periodo) no mostraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). Se encontró un rango de 89.14 a 115.25 mg/dl de glucosa, 1.53 a 1.66 mg/dl de creatinina, 12.1 a 14.4 mg/dl para nitrógeno ureico en sangre y 176.00 a 209.75 mg/dl para nitrógeno ureico en orina durante la gestación; mientras que para lactancia se observó rangos de 103.25 a

145.00 mg/dl en glucosa, 1.48 a 1.60 mg/dl en creatinina, 14.40 a 18.35 mg/dl en nitrógeno ureico en sangre y 322 a 436 mg/dl en nitrógeno ureico en orina. La mortalidad y el tamaño de camada al nacimiento mostraron correlación con la glucosa ($p < 0.05$). Se concluyó que la suplementación es buena para los parámetros productivos. La glucosa se incrementa con el contenido energético de la ración y tiene efecto positivo sobre sobrevivencia y peso de camada al nacimiento. La creatinina disminuyó durante la fase de gestación, quizá por la movilización de masa muscular para cubrir las demandas fetales.

ABSTRACT

Different levels of energy and protein on metabolites and productive and reproductive parameters in gestation and lactation guinea pigs was evaluated. The study was conducted on the CUYES SUPER located in the municipality of Pupiales - Nariño. 100 female and 20 male was used. The diets evaluated were: T0, fodder (mixture) without suplement food; T1, fodder and suplement (17% protein and 2960 Kcal ED/kg); T2, fodder and suplement (19% protein and 2960 Kcal ED/kg); T3, fodder and balanced (17% protein and 3100 Kcal ED/kg); T4, fodder and suplement (19% protein and 3100 Kcal ED/kg). Weight change in pregnancy and lactation was assessed; DMI, protein, energy and fiber; litter size and birth weight and weaning; fertility; birth and weaning mortality of females and young guinea pig; addition the metabolites glucose, creatinine and urea acid. A random design was used with 4 treatments and reproductive variables and metabolites correlated. Females in gestation and lactation T0 had lower DMI (97.33 and 119.99 g/day, $p < 0.05$). Energy consumption in pregnancy and lactation was lower for T0 (251.06 and 309.51 ED Kcal/day, $p < 0.05$). Similar behavior was observed in the consumption of protein (18.40 and 22.68 g/day, $p < 0.05$). Fiber intake in pregnancy was similar between treatments (range of 22.68 to 28.60 g/day, $p > 0.05$). However, breast feeding T0 had a lower consumption (35.64 g/day, $p < 0.05$). The variables weight change in pregnancy (106.00 to 167.75 g/period) and lactation (48.25 to 74.17 g/period) showed no differences between treatments ($p > 0.05$). a range of 89.14 was found to 115.25 mg/dl of glucose, 1.53 to 1.66 mg/dl creatinine, 12.1 to 14.4 mg/dl for blood urea nitrogen and 176.00 to 209.75 mg/dl for urea nitrogen in urine during pregnancy; while for feeding ranges 103.25 was observed at 145.00 mg/dl of glucose, 1.48 to 1.60 mg/dl creatinine, 14.40 to 18.35 mg/dl in blood urea nitrogen and 322

to 436 mg/dl urea nitrogen in urine. Mortality and litter size at birth correlate with glucose ($p < 0.05$). It was concluded that supplementation is good for the production parameters. Glucose increases with the energy content of the ration and has positive effect on mortality and litter birth weight. Creatinine decreased during gestation, perhaps by the need to mobilize female muscle mass to cover fetal demands.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. OBJETIVOS	21
1.1 Objetivo general	21
1.2 Objetivos específicos.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Generalidades del Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	22
2.2 Origen y distribución.....	22
2.3 Alimentación y nutrición del cuy	23
2.3.1 Requerimientos nutricionales.....	24
2.3.1.1 Requerimientos de Proteína.	25
2.3.1.2 Requerimientos de Energía.	25
2.3.1.3 Requerimientos de Fibra.	25
2.4 Sistemas de alimentación del cuy.....	25
2.4.1 Alimentación a base de forraje.....	26
2.4.2 Alimentación con base en forraje más alimento balanceado	26
2.4.3 Alimentación con base en alimento balanceado	27
2.5 Generalidades de la reproducción	27
2.5.1 Empadre o Apareamiento	27
2.5.2 Gestación.....	27
2.5.3 Parto	28

2.5.4 Edad al apareamiento	28
2.6 Perfiles metabólicos	30
2.6.1 Glucosa	30
2.6.2 Creatinina	31
2.6.3 Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN).....	32
2.6.4 Nitrógeno Ureico en Orina.....	33
2.7 Características de los principales pastos utilizados en la alimentación del cuy	34
2.7.1 Pasto Saboya (<i>Holcus lanatus</i>)	34
2.7.2 Pasto Azul orchoro (<i>Dactylis glomerata</i>)	35
2.7.3 Trébol Rojo (<i>Trifolium pratense</i>).....	35
3. METODOLOGÍA	37
3.1 Localización	37
3.2 Unidades experimentales y tratamientos	37
3.3 FASES DEL EXPERIMENTO	38
3.3.1 Fase I. Composición nutricional de las dietas (mezcla de forraje y alimento balanceado).	38
3.3.2 Fase II. Formulación de las dietas suplementarias.....	39
3.3.3 Fase III. Medición de variables reproductivas y productivas.	39
3.3.3.1 Variables productivas.....	39
3.3.3.1 Variables reproductivas.....	40
3.3.4 Fase IV. Toma de muestras y pruebas bioquímicas.....	42
3.3.4.1 Toma de muestras	42
3.4 Diseño experimental.....	43

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 Composición nutricional de las dietas	44
4.2 Variables productivas	45
4.2.1 Consumo de alimento	45
4.2.1.1 Consumo de materia seca durante la gestación	45
4.2.1.2 Consumo de materia seca durante la lactancia	47
4.2.2 Consumo de energía, proteína y fibra en gestación	48
4.2.2.1 Consumo de energía	49
4.2.2.2 Consumo de proteína	50
4.2.2.3 Consumo de fibra	51
4.2.3.1 Consumo de energía	52
4.2.3.2 Consumo de proteína	53
4.2.3.3 Consumo de fibra	54
4.2.4 Cambio de peso durante la gestación	55
4.2.5 Cambio de peso durante la lactancia	56
4.3 Variables reproductivas	56
4.3.1 Tamaño de camada al nacimiento	57
4.3.2 Tamaño de camada al destete	58
4.3.3 Peso promedio de la camada al nacimiento	58
4.3.4 Peso promedio de la camada al destete	58
4.3.5 Fertilidad práctica	59
4.3.6 Mortalidad de gazapos al nacimiento	60
4.3.7 Mortalidad de gazapos al destete	60

4.3.8 Mortalidad de reproductoras al parto	60
4.3.9 Mortalidad de reproductoras al destete	61
4.4 Metabolitos sanguíneos	61
4.4.1 Gestación.....	61
4.4.1.1 Glucosa.....	62
4.4.1.2 Creatinina	63
4.4.1.3 Nitrógeno ureico en sangre	63
4.4.1.4 Nitrógeno ureico en orina.....	64
4.4.2 Lactancia	64
4.4.2.1 Glucosa.....	65
4.4.2.2 Creatinina	66
4.4.2.3 Nitrógeno ureico en sangre	66
4.4.2.4 Nitrógeno ureico en orina.....	67
5. CONCLUSIONES	68
6. RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	76

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación zoológica	23
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los cuyes	24
Tabla 3. Variables reproductivas del cuy.	29
Tabla 4. Valores de Bioquímica Sérica normal de las cuyas domésticas.....	33
Tabla 5. Composición bromatológica de la mezcla de forrajes y los balanceados elaborados (%BS).....	44
Tabla 6. Consumo de energía, proteína y fibra en gestación.	49
Tabla 7. Valores medios obtenidos en consumo de energía, proteína y fibra durante la fase de lactancia.	52
Tabla 8. Cambio de peso durante gestación y lactancia.....	55
Tabla 9. Resultados variables reproductivas.....	57
Tabla 10. Metabolitos fase de gestación.	61
Tabla 11. Metabolitos etapa de lactancia.	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Consumo de forraje y suplemento durante la gestación y lactancia (g MS/día/animal).	46

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resultados de consumo encontrados para cada una de las variables evaluadas.....	77
Anexo B. Análisis de varianza variable consumo de materia seca fase de gestación.	78
Anexo C. Análisis de varianza para Consumo de materia seca del forraje durante la gestación.....	79
Anexo D. Análisis de varianza para consumo de materia seca fase de lactancia.	80
Anexo E. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje durante la lactancia.....	81
Anexo F. Análisis de varianza para consumo de energía durante la gestación.....	82
Anexo G. Análisis de varianza para consumo de proteína en gestación.	83
Anexo H. Análisis de varianza para consumo de fibra en gestación.....	84
Anexo I. Análisis de varianza para el consumo de energía durante la lactancia.....	85
Anexo J. Análisis de varianza para consumo de proteína en lactancia.	86
Anexo K. Análisis de varianza para consumo de fibra en lactancia.....	87
Anexo L. Análisis de varianza para cambio de peso durante la gestación.....	88
Anexo M. Análisis de varianza para cambio de peso en lactancia.....	89
Anexo N. Análisis de varianza para tamaño de camada al nacimiento.	90
Anexo O. Análisis de varianza para tamaño de camada al destete.....	91
Anexo P. Análisis de varianza para peso promedio de la camada al nacimiento.	92
Anexo Q. Análisis de varianza para peso promedio de la camada al destete.	93

Anexo R. Análisis de varianza para porcentaje de fertilidad práctica.....	94
Anexo S. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de gazapos al nacimiento.	95
Anexo T. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de gazapos al destete.	96
Anexo U. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de reproductoras al parto.	97
Anexo V. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de reproductoras al destete.....	98
Anexo W. Análisis de varianza para glucosa en gestación.	99
Anexo X. Análisis de varianza para glucosa en lactancia.	100
Anexo Y. Análisis de varianza para creatinina en gestación.....	101
Anexo Z. Análisis de varianza para creatinina en lactancia.....	102
Anexo AA. Análisis de varianza para BUN en gestación.	103
Anexo BB. Análisis de varianza para BUN en lactancia.....	104
Anexo CC. Análisis de varianza para nitrógeno ureico en orina en gestación.	105
Anexo DD. Análisis de varianza para nitrógeno ureico en lactancia.....	106
Anexo EE. Análisis de correlación para metabolitos sanguíneos y parámetros productivos y reproductivos.....	93

INTRODUCCIÓN

La crianza del cuy es una actividad tradicional del departamento de Nariño. Esta especie se ha alimentado con diversas fuentes forrajeras, como los pastos naturalizados, los cuales se caracterizan por tener un limitado valor alimenticio, que muchas veces no supe por completo los requerimientos nutricionales de la especie en sus diferentes fases productivas y por ello, los animales no pueden expresar su potencial genético. Esto ha creado la necesidad de utilizar diferentes tipos de suplementos, en especial fuentes de proteína, por cuanto suele ser el nutriente limitante en este tipo de pasturas.

De acuerdo con Echeverry *et al.* (2003), en Colombia, la producción de cuyes se encuentra concentrada en el departamento de Nariño, en donde existe el mayor número de criaderos tanto a nivel familiar y comercial. Estos sistemas productivos demandan un volumen de alimento balanceado de 12.6 t/año, únicamente para el municipio de Pasto, el cual está formulado con una composición única, sin considerar las necesidades de las diferentes fases productivas de los cuyes.

De acuerdo con Barrera (2012), esto permite asegurar que, al suplementar los animales, no se tiene certeza de llenar por completo sus requerimientos, sobre todo, durante las etapas de gestación y lactancia, periodos en los cuales se incrementan las necesidades de energía, proteína y minerales. Las casas comerciales recomiendan ciertas cantidades a suministrar, pero no se basan en el requerimiento nutricional, sino únicamente en el consumo voluntario estimado para cada fase.

Sumado a esto, las investigaciones realizadas en la crianza de cuyes se han limitado a medir indicadores externos del animal como su rendimiento productivo y reproductivo, pero en lo relacionado a sus perfiles metabólicos es muy poca la información que se puede

referenciar. La investigación de Ramos (2013) reporta información sobre Nitrógeno Ureico en sangre, Nitrógeno Ureico en orina, Creatinina y Glucosa en las fases de levante y engorde, pero no existe información sobre las fases de gestación y lactancia. Por ende, no se conoce los rangos en los que pueden oscilar estos valores, lo que dificulta hacer un diagnóstico del estado nutricional de los cuyes en estas fases de producción. En razón a ello, se evaluaron diferentes tipos de dieta con diferentes contenidos de proteína y energía sobre los indicadores reproductivos y metabólicos en la fase de gestación y lactancia en cuyes (*Cavia porcellus*).

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar diferentes tipos de suplementación energética y proteica sobre indicadores reproductivos y metabólicos, en la fase de gestación y lactancia en cuyes (*Cavia porcellus*).

1.2 Objetivos específicos

Identificar las características nutricionales del alimento base y confrontarlas con diferentes suplementos con variaciones en proteína y energía.

Evaluar los indicadores reproductivos: tamaño de camada al nacimiento y al destete, peso al nacimiento, peso al destete, porcentaje de fertilidad práctica, porcentaje de mortalidad en gazapos al nacimiento y al destete, porcentaje de mortalidad en reproductoras al nacimiento y destete.

Determinar el estado nutricional de las hembras con base en indicadores metabólicos: Creatinina, Nitrógeno Uréico en Sangre, Nitrógeno Uréico en Orina y Glucosa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Cuy (*Cavia porcellus*)

El Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (2012), describe al cuy como una especie originaria de la Zona Andina de Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, se cría fundamentalmente con el objeto de aprovechar su carne. También es conocido con los nombres de cobayo, curi, conejillo de indias y en países de habla inglesa como guinea pig.

2.2 Origen y distribución

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), algunas pruebas existentes demuestran que el cuy fue domesticado hace 3600 años. En los estudios estatigráficos hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú), se encontraron abundantes depósitos de excretas de cuy y en el primer periodo de la cultura Paracas, denominado Cavernas (250 a 300 a.C.), ya se alimentaba con carne de cuy. Para el tercer período de esta cultura (1400 d.C.), casi todas las casas tenían un cuyero (Tallo, citado por Moreno, 1989). Se ha encontrado cerámicas, como en los huacos Mochicas y Vicus, que muestran la importancia que tenía este animal en la alimentación humana.

El mismo autor manifiesta, que el hallazgo de pellejos y huesos de cuyes enterrados con restos humanos en las tumbas de América del Sur, son una muestra de la existencia y utilización de esta especie en épocas precolombinas. Igualmente se menciona que, la carne de cuyes conjuntamente con la de venado fue utilizada por los ejércitos conquistadores en Colombia.

Clasificación Zoológica:

En la Tabla 1 se puede apreciar la clasificación zoológica de esta especie.

Tabla 1. Clasificación zoológica

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

Fuente: CHAUCA, 1997.

2.3 Alimentación y nutrición del cuy

De acuerdo con Chauca (1997), el cuy es una especie monogástrica, inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde realiza fermentación bacteriana; la mayor o menor actividad de esta depende de la composición de la ración, ya que se incrementa cuando el contenido de fibra aumenta en la dieta. Junto a lo anterior, realiza cecotofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con niveles bajos o medios de proteína. Todos estos procesos realizados por el cuy, lo clasifican como

fermentador post-gástrico, debido a los microorganismos que posee a nivel de ciego (Chauca, 1997).

La acción microbiana en el ciego da origen a vitaminas y otros nutrientes, cuya absorción se favorece por el contenido de fibra de los alimentos, ya que retardan el paso del contenido intestinal (Aliaga, 1993).

A pesar de que el cuy usa de forma eficiente los nutrientes varios tipos de dieta, se debe proveer una alimentación de calidad, que supla sus requerimientos nutricionales. Para ello, se necesita la utilización de forraje y alimento balanceado, con el fin de obtener mejor ganancia en peso y un mayor ingreso económico (Rico, 2003).

2.3.1 Requerimientos nutricionales.

La nutrición juega un papel muy importante en toda producción pecuaria, porque el adecuado suministro de nutrientes mejora la producción. Conocer los requerimientos nutritivos de los cuyes, constituye una base para poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los cuyes

Nutriente	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18.0	18.0 a 22.0	13.0 a 17.0
Energía	Kcal/kg	2.8	3.00	2.80
Digestible				
Fibra	%	8.0 a 12.0	8.0 a 12.0	10.0

Fuente: Caycedo (2000)

2.3.1.1 Requerimientos de Proteína.

Las proteínas constituyen el principal componente de los tejidos, la formación de cada uno de ellos depende de su aporte, con mayor relevancia en la calidad, que en la cantidad ingerida. Al igual que en otras especies, el cuy necesita aminoácidos esenciales, que deben ser suministrados a través de diferentes insumos, ya que no pueden ser sintetizados por el animal (Chauca, 1997).

Como en otras especies pecuarias, el suministro inadecuado de proteína tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia alimenticia (McDonald, Edwards, & Greenhalgh, 1988).

2.3.1.2 Requerimientos de Energía.

Las necesidades de energía dependen de la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental. Los cuyes responden eficientemente a dietas altas en energía, alcanzando mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia (Zamora *et al.* 2011).

2.3.1.3 Requerimientos de Fibra.

Chauca (1997) manifiesta que, el aporte de fibra está dado básicamente por el consumo de forraje, que es fuente esencial para los cuyes. El suministro de fibra de un alimento balanceado, pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje de 8 a 12% de fibra.

2.4 Sistemas de alimentación del cuy

Los sistemas de alimentación son de 3 tipos: forraje, forraje más suplemento

balanceado y alimento balanceado más agua y vitamina C. Estos sistemas pueden aplicarse de forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su costo a lo largo del año (Castro, 2002).

2.4.1 Alimentación a base de forraje

Generalmente el alimento base para los cuyes lo constituye el forraje verde en un 80%, ya que ante diferentes tipos de alimento muestra preferencia por los pastos. Para mejorar los rendimientos, se debe realizar una mezcla entre gramíneas y leguminosas con el fin de balancear los nutrientes. De igual manera, junto al forraje se puede utilizar hortalizas y otros subproductos como cáscara de papa por su alto contenido de vitamina C. Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son: alfalfa, raygrass, pasto azul orchoro, pasto brasilero, trébol y avena, entre otros (Castro, 2002).

Por su parte Vergara (2009) manifiesta que, el uso de forraje verde como único alimento para el cuy, no contribuye con el aporte suficiente de nutrientes y energía, que el animal necesita, para sostener un crecimiento rápido y expresar de esta manera su potencial genético, esto se hace más evidente durante las fases reproductivas.

2.4.2 Alimentación con base en forraje más alimento balanceado

Aunque los cuyes son herbívoros y pueden mantenerse con dietas exclusivamente de pasto, los requerimientos de una ración balanceada con un alto contenido de proteína, grasa y minerales es realmente importante. Los suplementos proporcionan al animal elementos que le son útiles para el desarrollo y mejoramiento de sus tejidos (Castro 2002¹).

¹ CASTRO, P. Op. cit. p. 26.

2.4.3 Alimentación con base en alimento balanceado

Al utilizar suplementos balanceados como único alimento, se requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones, los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 a 60 g/animal/día; esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18%. Bajo este sistema de alimentación debe proporcionarse diariamente vitamina C hasta cubrir los 200 mg/kg requeridos por el animal, debido a que los cuyes carecen de las enzimas necesarias para convertir L- gulonolactona en ácido ascórbico. El alimento debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo (Rico, 2003).

2.5 Generalidades de la reproducción

La reproducción consta de 3 momentos importantes, los cuales son: Empadre o Apareamiento, Gestación y Parto.

2.5.1 Empadre o Apareamiento

Se llama pubertad a la edad en la cual la hembra presenta su primer celo y los machos ya pueden cubrirla. En las hembras, la edad óptima de apareamiento es de 3 meses, pudiendo ser útiles para fines reproductivos hasta los 18 meses de vida. Los machos deben iniciarse en la reproducción a los 4 meses, siendo esta la edad óptima para su reproducción (Aliaga, 1993).

2.5.2 Gestación

El cuy es una especie poliéstrica con la capacidad de presentar un celo postparto (aprox. 2 h después del parto) asociado a una ovulación, por lo que es bastante fértil. La gestación o preñez dura aproximadamente 67 días (9 semanas); se inicia cuando la

hembra queda preñada y termina con el parto (Caycedo 2000).

2.5.3 Parto

Concluida la gestación se presenta el parto, el cual no requiere asistencia. Por lo general ocurre por la noche y demora entre 10 y 30 minutos. El número de crías nacidas es en promedio 3 por hembra; la hembra ingiere la placenta y limpia a las crías, las cuales nacen completas, con pelo, ojos abiertos y empiezan a comer forraje a las pocas horas de nacidas. Las crías nacen muy bien desarrolladas, debido al largo período de gestación (Aliaga, 1993).

2.5.4 Edad al apareamiento

La madurez sexual de los cuyes se presenta a muy temprana edad y es influenciada por la calidad de la alimentación y el manejo. En la hembra bajo condiciones normales, el primer celo se presenta entre 60 y 70 días de edad, con variaciones entre 33 y 134 días (Correa, 1985).

En la tabla 3, se muestran las variables productivas y reproductivas presentadas por Moncayo (1999). Puede observarse que la mayoría de los indicadores evaluados se pueden considerar adecuados y se logran en aquellos sistemas en las que se trabaja con animales de alto grado de mejoramiento y condiciones apropiadas de manejo y alimentación. Sin embargo, la mortalidad puede influir en la producción.

Tabla 3. Variables reproductivas del cuy.

Fertilidad en hembras %	85
Fertilidad en machos %	95
Partos por hembra obtenidos	3
Tamaño de camada promedio	3.16
Mortalidad en gazapos %	16.0
Mortalidad en destete – engorde %	10
Mortalidad en reproducción %	4
Crías destetadas/parto	2.65

Moncayo (1999)

En relación con la edad óptima para el empadre, Burgos y Esparza (1996), evaluaron distintas edades de apareamiento en cuyes hembras (T1= 600 a 620 g, T2 = 700 a 720g, T3 = 800 a 820g, T4 = 900 a 920g), midiendo las variables productivas cambio de peso en gestación, cambio de peso en lactancia, consumo de alimento y variables reproductivas (tamaño de camada al nacimiento, tamaño de camada al destete, peso promedio por camada al nacimiento, peso promedio por camada al destete, porcentaje de fertilidad, porcentaje de mortalidad en gazapos al nacimiento y al destete, y porcentaje de mortalidad en reproductoras al parto y al destete).

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, en casi la totalidad de los indicadores evaluados, durante los dos primeros partos, con excepción del peso de la camada al destete en el primer parto, en el cual el T2 superó en 225.22 g al T3. Con lo cual se concluye que, las cuyas pueden iniciar con su

reproducción desde los 620g de peso a una edad de 60 días, demostrando que es un animal bastante precoz.

2.6 Perfiles metabólicos

Los análisis sanguíneos han recibido diferentes nombres desde hace varios años, entre otros, valores hematoquímicos, cuadro hematoquímico, cuadro sanguíneo, composición química de la sangre, bioquímica sanguínea, y más recientemente, perfiles metabólicos. El perfil metabólico debe orientarse hacia metabolitos que revelen el grado de estrés, el balance iónico, el nivel nutritivo y el estado del animal, de tal forma que, contribuya a la obtención de un diagnóstico clínico integral y con ello, a la definición de las alteraciones metabólicas (Alvarez, 2001).

2.6.1 Glucosa

El nivel de glucosa sanguínea refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del animal. Después de la comida, aumentan los niveles de glucosa en animales monogástricos (hiperglucemia alimentaria), pero no en los rumiantes. Durante la excitación aumenta probablemente como efecto de la liberación de norepinefrina. Por esta razón, es costumbre obtener la sangre de individuos posabsortivos quietos, para determinar la “glucosa sanguínea en ayunas”. La concentración de glucosa en los hematíes se aproxima a la concentración de glucosa en plasma en la mayoría de los monogástricos y rumiantes jóvenes (Mutis, 2005).

La concentración de glucosa disminuye por el ayuno o por el ejercicio prolongado, por el exceso de insulina, ya sea por un insulinoma o por dosis altas de insulina como terapia, en toxemia, inanición y lesiones hepáticas. También disminuye en hipoadrenocorticalismo debido a una reducción en la secreción de las glándulas

adrenales o a una producción reducida de ACTH (hormona adrenocorticotropa) por la glándula pituitaria (Bush, 1982).

Por su parte, García *et al.* (2006) evaluaron distintos metabolitos de suero sanguíneo en cerdos, con dietas isoprotéicas e isoenergéticas, y diferentes niveles de Cr en forma de Cr-L-metionina (MiCroPlex®). Los niveles de glucosa encontrados fueron ligeramente inferiores a los normales reportados en literatura y al evaluar la concentración de glucosa y colesterol por medio del análisis estadístico, éstos fueron afectados por el nivel de cromo en la dieta. También se determinó que el nivel de glucosa en suero se redujo hasta en un 16.0%, cuando los cerdos recibieron cromo en la dieta. En este estudio se concluyó que, el nivel de glucosa y colesterol fueron afectados por el Cr, ya que a mayor nivel de Cr en la dieta hubo una menor concentración de glucosa en suero. Quizás el cromo promovió la actividad de la insulina.

2.6.2 Creatinina

La creatinina se produce de forma endógena a partir de la creatina y el creatinfosfato como resultado de los procesos metabólicos musculares. Se elimina por riñón mediante filtración glomerular. La determinación de la creatinina en suero sirve para el diagnóstico y el control de enfermedades renales agudas y crónicas, así como para la estimación del filtrado glomerular (Perazzi, 2011).

La creatinina está en el cuerpo principalmente en forma de fosfato de alta energía. En los músculos es fuente de energía. En animales jóvenes en crecimiento, se encuentra en mayores cantidades. La creatinina es una sustancia muy difusible y distribuida de manera uniforme en el agua corporal. Al estudiar la excreción de creatinina, tiene valor el hecho de que los niveles séricos de creatinina casi no son

afectados por la creatinina exógena de los alimentos, por la edad, el sexo, el ejercicio o la dieta. Por tanto, los niveles elevados solamente se presentan cuando se altera la función renal. La medición de los niveles de creatinina en sangre proporciona la misma información para el diagnóstico y pronóstico de la función renal que la obtenida por la medición del nitrógeno ureico (Bush, B.M. 1982).

2.6.3 Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN)

La concentración de urea comúnmente se reporta como Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN), y ocasionalmente como Nitrógeno Ureico Sérico (SUN) o concentración de Nitrógeno Ureico (UN). Dos grandes procesos alteran la concentración de la urea en el suero; estos son la tasa de síntesis de urea por los hepatocitos y la tasa de aclaración de la urea por los riñones. La tasa de síntesis de la urea depende de forma primaria de la función hepática y está influenciada por alteraciones en la dieta a base de proteína o su catabolismo. La tasa de aclaración renal de la urea depende de la tasa de filtración glomerular y de la tasa de resorción de urea por los túbulos renales (Melendez, 2005).

La urea es un compuesto nitrogenado, que se produce en el ciclo hepático de la urea. Los niveles de BUN se usan para evaluar la función renal basada en la habilidad del riñón de remover desechos nitrogenados de la sangre. Esta prueba no es muy sensible, ya que aproximadamente el 75% del tejido renal debe haber perdido su función antes de que se detecten valores altos en la sangre. En animales sanos, la urea es filtrada del plasma por el glomérulo renal. Algo regresa a la sangre a través de los túbulos renales, pero la mayoría se excreta en la orina. Si el riñón no está funcionando apropiadamente, no se remueve suficiente urea del plasma, llevando al aumento de los

niveles de BUN (Melendez, 2005).

2.6.4 Nitrógeno Ureico en Orina

Se sintetiza en el hígado como producto final del catabolismo proteico. El riñón puede eliminar grandes cantidades de urea en la orina concentrada para minimizar la pérdida de agua. Puesto que es una molécula pequeña, se pensó que difunde libremente por las membranas; sin embargo, es altamente polar y tiene baja afinidad para atravesar las capas bilipídicas. La urea puede ejercer efectos tóxicos directos o indirectos cuando se convierte en amonio-dióxido de carbono; principalmente por ureasas bacterianas, el amonio liberado difunde a través del epitelio intestinal hacia la circulación portal y se convierte en urea a nivel hepático, de tal manera que, los niveles de amonio son normales o ligeramente aumentados en la uremia. La urea se ha reconocido como marcador de solutos de retención y se ha correlacionado convincentemente con el resultado clínico en hemodiálisis (Gutierrez *et al.* 2003).

En la Tabla 4 se muestran algunos valores de referencia a nivel de bioquímica sérica en cuyes hembras.

Tabla 4. Valores de Bioquímica Sérica normal de las cuyas domésticas.

ÍNDICES	UNIDADES	VALOR
Sodio	(mEq/l)	132-156
Potasio	(mEq/l)	4.5-8.9
Cloro	(mEq/l)	98-115
Calcio	(mg/dl)	3-12
Fósforo	(mg/dl)	3-12

Albúmina	(g/dl)	2.1-3.9
Globulina	(g/dl)	1.7-2.6
Glucosa	(mg/dl)	60-125
Nitrógeno ureico sanguíneo	(mg/dl)	9-31.5
Creatinina	(mg/dl)	0.5-2.2
Alaninaaminotransferasa	(UI/l)	10-25
Fosfatasa alcalina	(UI/l)	18-28
Bilirrubina total	(mg/dl)	0.3-0.9
Colesterol	(mg/dl)	20-66

Fuente: (Birchard, 2002)

2.7 Características de los principales pastos utilizados en la alimentación del cuy

2.7.1 Pasto Saboya (*Holcus lanatus*)

Fue introducido de Europa, se adapta muy bien a alturas comprendidas entre 2500 y 3200 msnm. Crece espontáneamente en las praderas naturales, generalmente con pasto oloroso (*Anthoxanthu odoratum*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Se produce muy bien en suelos pobres, ácidos y ricos en materia orgánica. Crece en una amplia variedad de suelos, desde los francos y pesados, hasta los arenosos en condiciones secas y húmedas. Es una especie muy valiosa en condiciones de páramo, es normal encontrarlo asociado con gramíneas y uno de los problemas es su rápida maduración con respecto de las gramíneas acompañantes (Estrada, 2002).

El mismo autor señala también, que se utiliza principalmente en pastoreo y en buenas condiciones de riego y fertilización, se han alcanzado niveles de proteína hasta del 11,95%.

El crecimiento de las variedades nativas y la producción de forraje son bajos; ocurre principalmente en la temporada de lluvia y puede ser continuo por encima de 3000 m. Además de su gran adaptación y rusticidad, el forraje producido es de muy buena calidad y aparece como una de las especies más promisorias para mejorar la producción y productividad de los páramos (Bernal, 1994).

Al ser una especie cespitosa (crecimiento erecto), la mejor alternativa para su uso es el corte rotacional; es decir, pastorearla o cortarla hasta los 2 cm, y dejarla crecer por lo menos de 4 a 6 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas. Este pastoreo rotativo también favorece un desarrollo del sistema radicular muy importante, para que la planta sobreviva en veranos adversos (Martínez, 2002).

2.7.2 Pasto Azul orchoro (*Dactylis glomerata*)

Es una gramínea perenne usada principalmente en suelos secos de buen drenaje, en condiciones de secano (sin riego artificial) y baja fertilidad. Es moderadamente lenta en su establecimiento y tiene menor digestibilidad que otras gramíneas. Muestra una persistencia excepcional, al ser una gramínea perenne y tiene una alta productividad. Es apropiado para alturas y usado para resiembra en suelos montañosos. Los cultivos más recientes han mejorado sus características de calidad (palatabilidad y digestibilidad) (DGPA, 2005).

2.7.3 Trébol Rojo (*Trifolium pratense*)

Según la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), se describe como una planta persistente, erecta o semierecta, con tallos decumbentes como también hojas y tallos vellosos, presenta una adaptación de 1800 a 3000 msnm y requiere suelos con un rango óptimo de pH de 5.0 a 7.5, aunque tolera también suelos ácidos con texturas medias, fertilidad media a moderada y buen drenaje.

El trébol rojo silvestre se caracteriza por sus raíces ramificadas, en todos sentidos, que alcanzan una profundidad de 40 a 50 cm, teniendo como todas las leguminosas numerosos tubérculos radicales, tallos rectos de 20 a 65 cm de altura, vellosos, macizos y ramosos, retoñando, como los de toda planta vivaz cuando se las corta. Se la emplea principalmente como planta forrajera y como abono verde. Los folíolos del trébol rojo presentan una mancha en forma de V, los frutos son vainas que contiene un solo grano de 10.2 a 10.5 mm de tamaño (Revollo 2014).

3. METODOLOGÍA

3.1 Localización

El presente estudio se llevó a cabo en el plantel cuyícola CUYES SUPER, ubicado en el corregimiento de José María Hernández, municipio de Pupiales – Departamento de Nariño, altura de 2800 msnm, precipitación anual promedio de 1200 mm y temperatura que oscila entre 8 y 12°C, lo cual ubica a este corregimiento en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano (Holdrige, 1986).

3.2 Unidades experimentales y tratamientos

Se trabajó con 100 cuyes hembras tipo I (pelo corto y liso), distribuidas en 5 tratamientos con cuatro réplicas para cada uno, 5 hembras y un macho por réplica. Las hembras iniciaron el experimento con un peso promedio de 850 g y los machos de 1200 g. Cada animal estuvo identificado con una placa metálica en la oreja izquierda para las hembras y en la derecha para los machos. Se desparasitaron tanto para ectoparásitos como endoparásitos y fueron alojados en jaulas metálicas de 1 x 1.2 m, con comederos para forraje y suplemento.

Las dietas suministradas (tratamientos) fueron las siguientes:

T0: Tratamiento testigo, mezcla de los forrajes Azul orchoro (*Dactylis glomerata*), Trébol Rojo (*Trifolium pratense*) y Pasto Saboya (*Holcus lannatus*), sin alimento balanceado.

T1: mezcla de forrajes más alimento balanceado con 17% de proteína y 2960 Kcal ED/kg.

T2: mezcla de forraje más alimento balanceado con 19% de proteína y 2960 Kcal ED/kg.

T3: mezcla de forraje más alimento balanceado con 17% de proteína y 3100 Kcal ED/kg.

T4: mezcla de forraje más alimento balanceado con 19% de proteína y 3100 Kcal ED/kg.

La alimentación para la fase de gestación fue de la siguiente manera: en horas de la

mañana, se brindó 300 g/animal/día de mezcla de forraje para todos los tratamientos, seguido en horas de la tarde de 30 g/animal/día de alimento balanceado para los tratamientos suplementados.

La alimentación para lactancia se modificó a 400 g/animal/día de mezcla de forraje y 40 g/animal/día de alimento balanceado para los tratamientos suplementados.

3.3 FASES DEL EXPERIMENTO

3.3.1 Fase I. Composición nutricional de las dietas (mezcla de forraje y alimento balanceado).

Las variables nutricionales se analizaron de acuerdo con los procedimientos descritos en el manual de laboratorios de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño (Apráez E. 1994). Para el análisis químico proximal se tuvo en cuenta los procedimientos establecidos por la Official Methods of Analysis (AOAC, 1995), de la siguiente manera:

Contenido de humedad por el procedimiento 930.04, proteína cruda (PC) procedimiento 955.04, cenizas (CE) procedimiento 930.05, extracto etéreo (EE) procedimiento 962.09, fibra cruda (FC) procedimiento 920.39 y energía bruta por bomba calorimétrica. La determinación del extracto libre de nitrógeno (ELN) por diferencia de los demás nutrientes y la energía digestible (ED) a través de la fórmula propuesta por Osborn (1978) mostrada a continuación, finalmente se ajustó a Kcal ED/kg.

$$Mcal \frac{ED}{kg} MS = (0.0504(\%PC) + 0.077(\%EE) + 0.02(\%FC) + 0.011(\%ENN) + 0.000377(ENN)^2 - 0.152)$$

Para determinar la energía de la mezcla de forrajes, se utilizó la fórmula propuesta por Bath (NRC 1989).

$$\%NDT = (1.15(\%PC) + 1.75(\%EE) + 0.45(\%FC) + 0.25(\%ENN) + 0.0085(ENN)^2) - 3.4$$

3.3.2 Fase II. Formulación de las dietas suplementarias

Las dietas suplementarias se formularon teniendo en cuenta los niveles nutricionales propuestos para la presente investigación (2960 y 3100 Kcal ED/kg, y 19% y 17 % de proteína).

Las materias primas usadas fueron maíz como base, torta de soya, mogolla, melaza de caña y mezcla vitamínica. Los nutrientes fueron balanceados por el método algebraico.

3.3.3 Fase III. Medición de variables reproductivas y productivas.

3.3.3.1 Variables productivas.

- **Cambio de peso en gestación (CPG).** Se determinó mediante la diferencia de peso entre el día postparto y el día de apareamientos.
- **Cambio de peso en lactancia (CPL).** Se determinó por diferencia entre el peso de la hembra al destete y su peso al postparto.
- **Consumo de materia seca (CMS).** Se obtuvo por diferencia entre el alimento suministrado y el desperdicio 24 horas después de la alimentación. Los valores se expresaron en consumo hembra día, tanto para el forraje como para el alimento balanceado. Se determinó el consumo para la fase de gestación y la fase de lactancia de forma independiente.

3.3.3.1 Variables reproductivas

- **Tamaño de la camada al nacimiento (TCN).** Se determinó tomando el número total de gazapos al nacimiento y dividiendo este valor entre el número de hembras que paren.

$$\text{TCN} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de gazapos al nacimiento}}{\text{N}^\circ \text{ de partos}}$$

- **Tamaño de la camada al destete (TCD).** Se tomó el número total de gazapos destetados y se dividió entre el número de hembras que parieron.

$$\text{TCD} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de gazapos destetos}}{\text{N}^\circ \text{ de partos}}$$

- **Peso promedio por camada al nacimiento (PPCN).** Se determinó mediante el peso total de las crías al nacimiento sobre el número de hembras que parieron.

$$\text{PPCN} = \frac{\text{Peso total de gazapos al nacimiento}}{\text{N}^\circ \text{ de partos}}$$

- **Peso promedio por camada al destete (PPCN).** Se determinó entre el peso de las crías al destete sobre el número de hembras que parieron.

$$\text{PPCN} = \frac{\text{Peso total de gazapos al destete}}{\text{N}^\circ \text{ de partos}}$$

- **Porcentaje de fertilidad práctica (%FP).** Se obtuvo del número de hembras que parieron entre el número de hembras que fueron apareadas y el resultado se multiplicó por 100.

$$\%FP = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hembras que paren}}{\text{N}^\circ \text{ de partos}} * 100$$

- **Porcentaje de mortalidad en gazapos al nacimiento (%MGN).** Para ello, se tomó el número de crías nacidas muertas (24 h posparto) y se dividió sobre el número de crías, y el resultado se multiplicó por 100.

$$\%MGN = \frac{\text{N}^\circ \text{ crías nacidas muertas}}{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas}} * 100$$

Número total de crías nacidas = crías nacidas vivas + crías nacidas muertas

- **Porcentaje de mortalidad en gazapos al destete (%MGD).** Se tomó el número total de crías gazapos muertos durante el destete y se dividió sobre el número total de crías nacidas vivas y se multiplicó por 100.

$$\%MGD = \frac{\text{N}^\circ \text{ crías muertas al destete}}{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas vivas}} * 100$$

- **Porcentaje de mortalidad en reproductoras al parto (%MRP).** Se obtuvo del número de hembras muertas hasta el parto sobre el número de hembras apareadas y se multiplicó por 100.

$$\%MRP = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hembras muertas al parto}}{\text{N}^\circ \text{ total de hembras apareadas}} * 100$$

- **Porcentaje de mortalidad en reproductoras al destete (%MRD).** Se obtuvo dividiendo el número de hembras muertas durante la lactancia (parto hasta el destete) y el total de hembras apareadas, y el resultado se multiplicó por 100.

$$\%MRD = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hembras muertas al destete}}{\text{N}^\circ \text{ total de hembras apareadas}} * 100$$

3.3.4 Fase IV. Toma de muestras y pruebas bioquímicas.

3.3.4.1 Toma de muestras

Se tomaron dos muestras de sangre por réplica, para cada una de las dos fases reproductivas (gestación y lactancia). Para la fase de gestación, se tomó a los 60 días después del apareamiento y para la fase de lactancia, a los 15 días después del parto.

Se realizó depilación de la zona y se limpió y desinfectó con jabón, detergente y solución yodada. La muestra fue tomada de la vena yugular con una jeringa de 5 ml y aguja de 2.5". Se obtuvo 3 ml de sangre, que dejó coagular y se usó el suero para los análisis bioquímicos. Después de la punción, el sitio se limpió y secó, para finalmente desinfectar

con alcohol.

Los análisis bioquímicos se llevaron a cabo utilizando los protocolos de procedimientos químicos estándar (Peters et al, 1982). La Creatinina se determinó mediante la metodología propuesta por Boisness *et al.* (1945), el nitrógeno ureico, por Baker y Silverton, (1985), la glucosa sérica, por Toro y Ackerman, (1975). Estas metodologías se encuentran consignadas en el Manual de Procedimientos en Química Sanguínea, de la Clínica Veterinaria Carlos Martínez Hoyos de la Universidad de Nariño (2010).

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Irrestrictamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, el modelo matemático fue el siguiente:

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

dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

U = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i.

E_{ij} = Error aleatorio, donde $E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Con el fin de determinar la relación existente entre las variables reproductivas y los valores de metabolitos sanguíneos o perfiles metabólicos, se plantea un análisis de correlación lineal simple de Pearson.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición nutricional de las dietas

El análisis bromatológico de los suplementos y la mezcla de pastos se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Composición bromatológica de la mezcla de forrajes y los balanceados elaborados (%BS).

Variable	Unidad de medida	Forraje	Suplementos			
			T1	T2	T3	T4
Humedad	g/100g	81.7	9.9	9.8	9.5	10.1
M. Seca	g/100g	18.3	90.1	90.2	90.6	89.9
Ceniza	g/100g	11	9.25	9.34	9,17	7.92
Extrac. Etéreo	g/100g	3.7	3.56	3.68	5.61	4.17
Fibra cruda	g/100g	29.7	6.84	6.93	6.66	6.21
Proteína	g/100g	18.9	17.21	19.18	17.05	19
Extrac. No Nitrog.	g/100g	36.7	63.14	60.87	61.52	62.7
Energía ED Kcal/kg*	Kcal ED/kg	2579.4	2959	2965	3100	3099
Calcio	g/100g	0.32	1.23	1.24	1.02	0.9
Fósforo	g/100g	0.46	1.09	1.09	0.95	0.85

Fuente: esta investigación * Valor calculado suplemento Orborn (1978) y mezcla de forraje Bath (NRC 1989).

Los resultados para la mezcla de forrajes son similares a los reportados por Caycedo, (2000) en una mezcla de pasto aubade y alfalfa con valores de proteína de 18.5%

y energía de 2600 Kcal ED/kg. Se puede resaltar que, el contenido de proteína del forraje fue adecuada, según los requerimientos de la especie, lo que permite corroborar que la combinación de leguminosas con gramíneas provee un buen aporte nutricional para los cuyes en fase de reproducción (Aliaga *et al.* 2009). Sin embargo, el contenido proteínico de los forrajes no es en su totalidad digestible y se corre el riesgo de que buena parte de este nutriente no se utilice de forma eficiente por los animales.

Por otra parte, los contenidos de fibra en el forraje, coinciden con los reportados por autores como Aliaga *et al.* (2009) y Caycedo *et al.* (2011). El alto porcentaje observado en este experimento, pudo obedecer al estado de madurez y a las condiciones climáticas imperantes en la época en que se realizó el trabajo, hecho que también repercutió en un menor contenido energético.

4.2 Variables productivas

4.2.1 Consumo de alimento

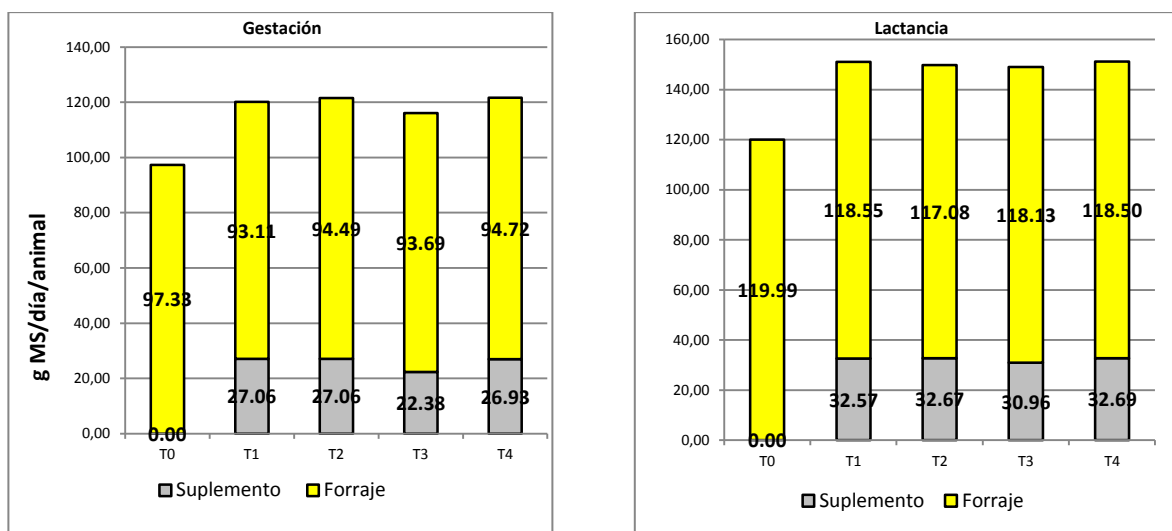
4.2.1.1 Consumo de materia seca durante la gestación

En la figura 1 se observa de manera resumida, los resultados observados en esta fase, donde se destaca que el grupo testigo (T0) tuvo un menor consumo ($p < 0.05$) de materia seca (97.33 g MS/día/animal) en comparación con los demás tratamientos. Se puede afirmar que el efecto aditivo del suplemento, favoreció la digestibilidad de las raciones y por ello, menor retención de digesta en el tracto gastrointestinal (TGI), favoreciendo de esta manera el consumo de alimento. En investigación realizada por Obando y Benavides (2013), las hembras tuvieron un consumo de pasto kikuyo de 65 a 96 g/día, inferior a los tratamientos suplementados, comportamiento que resulta similar al de esta investigación; las diferencia entre ambos reportes pueden ser consecuencia de la

diferencia en el tipo de forraje suministrado.

Al analizar únicamente el consumo de forraje, se pudo constatar que fue similar entre las hembras de todos los grupos experimentales y que osciló entre 93.11 y 97.33 g MS/día/animal ($p>0.05$). Esto permite argumentar que, el contenido de fibra del forraje también repercutió sobre la densidad energética del tratamiento testigo (2579 Kcal ED/kg) y de esta manera afectó el consumo.

Figura 1. Consumo de forraje y suplemento durante la gestación y lactancia (g MS/día/animal).



Fuente: esta investigación

Como se sabe, un consumo adecuado de MS durante la gestación es importante, ya que le permite obtener los nutrientes necesarios para el desarrollo de los fetos y con ello mejorar los indicadores productivos (Caravaca *et al.* 2005). Aunado a lo anterior, las hembras gestantes incrementan sus necesidades nutritivas durante el último tercio de gestación y muchas veces su consumo se ve disminuido por la reducción de espacio en su

tracto intestinal como resultado del tamaño de los fetos (Kind *et al.* 2005).

Al respecto, Aliaga *et al.* (2009) y Vergara (2008) mencionan que las hembras durante el último tercio de gestación deben consumir 6.5 a 7.3% de MS con base en el peso vivo. Este indicador fue mayor en esta investigación, donde el consumo de las hembras osciló entre 11.45 y 14.31%, quizá como resultado de la baja densidad energética del forraje suministrado.

Según Aliaga *et al.* (2009), el consumo de alimento se encuentra estrechamente regulado por el contenido energético de los alimentos; a menor contenido energético, mayor consumo de materia seca. Este comportamiento, responde a la necesidad de utilizar más alimento para obtener la cantidad de energía necesaria. Adicionalmente, las hembras en sus primeros partos tienen una menor capacidad de consumo, en comparación con las más adultas y se observa que la capacidad digestiva de los animales llega a su máximo desarrollo durante la etapa adulta; sin embargo, en muchos casos los mayores requerimientos de consumo se encuentran en etapas más tempranas, cuando la capacidad productiva es mayor.

En virtud de la teoría termostática, se esperaba que las hembras del tratamiento testigo tuvieran un consumo superior a los restantes grupos, pero lo observado evidenció que el contenido de fibra constituye una limitante en esta especie, quizá por sus particulares características fisiológicas del tracto gastrointestinal (TGI).

4.2.1.2 Consumo de materia seca durante la lactancia

En la figura 1 se detallan los resultados de esta variable, en ella se observa que igual que en la gestación, en lactancia, las hembras del testigo tuvieron un menor consumo de materia seca (119.99 g MS/día/animal, $p < 0.05$). Los consumos de las hembras

suplementadas estuvieron por el orden de 150 g MS/día/animal y fueron superiores a los reportados por Obando y Benavides (2013), quienes observaron consumos de 90 a 109 g/día en hembras no suplementadas.

El consumo de forraje durante la fase de lactancia fue similar para todos los tratamientos ($p > 0.05$) y muy superior al registrado en la fase de gestación. Las diferencias en el consumo de materia seca del testigo con los restantes tratamientos, son atribuibles a la suplementación. No obstante, el consumo de forraje fue mayor al observado en otras investigaciones, donde la densidad energética del pasto fue más alta que la evaluada en este trabajo, corroborando la validez de la teoría termostática del consumo para esta especie. Obando y Benavides reportaron consumos de 109 g MS/animal/día; Benavides y Cabrera (1998) y Jaramillo y Guerrero (1992) observaron valores de 104.3 y 99.1 g MS/día/animal respectivamente.

Debido a las altas demandas nutricionales en la fase, se esperaba que el grupo testigo incrementara el consumo para suplir las deficiencias energéticas del forraje. Pero quizá el volumen de fibra presente, no le permitió a los animales albergar una cantidad mayor en su TGI y al parecer, recurrieron a otros mecanismos de compensación energética, como la utilización de sus reservas corporales, ya que los niveles de glucosa sanguínea en esta fase así lo revelan.

4.2.2 Consumo de energía, proteína y fibra en gestación

En la tabla 6 se observa los resultados obtenidos para las tres variables.

Tabla 6. Consumo de energía, proteína y fibra en gestación.

TRAT	Energía	Proteína	Fibra
	<i>Kcal ED/día</i>	<i>g/día</i>	<i>g/día</i>
T0	251.06 ^b	18.40 ^c	28.91 ^a
T1	320.25 ^a	22.26 ^{ab}	29.50 ^a
T2	323.98 ^a	23.05 ^a	29.94 ^a
T3	311.06 ^a	21.52 ^b	29.32 ^a
T4	327.77 ^a	23.01 ^a	29.81 ^a

Fuente: esta investigación, letras diferentes en columna muestran diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.2.2.1 Consumo de energía

Hubo diferencias entre el tratamiento testigo (T0) y los demás tratamientos ($p < 0.05$). El consumo de energía en las hembras sin suplementación fue muy bajo (251.06 Kcal/ED/día). De acuerdo con Caycedo (2000), las hembras requieren un mínimo de 2900 Kcal ED/kg (290 Kcal ED/100g MS). La deficiencia energética de la ración T0 es evidente en el forraje, sin embargo, como se mencionó anteriormente, el cual recurrió a otros mecanismos de compensación energética para suplir las deficiencias nutricionales. A pesar de ello, durante los dos primeros tercios de gestación, las hembras tienen unos requerimientos muy bajos, estando muy cercanos a lo de mantenimiento (Aliaga *et al.* 2009).

Lo anterior, confirma una buena capacidad de adaptación por parte de las hembras a diferentes tipos de alimentación, esto se explica por qué los indicadores metabólicos de las hembras suplementadas no varió de manera significativa respecto a las del grupo testigo. Pero indicadores como el peso de la camada al nacimiento y la mortalidad de las reproductoras al parto (tabla 9) fue superior ($p < 0.05$), pero que fue notorio en los indicadores metabólicos, salvo en el Nitrógeno ureico en orina (tabla 10). Aspecto que quizá obedeció a la activación de la gluconeogénesis a partir de tejido, para compensar las deficiencias de energía.

4.2.2.2 Consumo de proteína

El tratamiento testigo tuvo un menor consumo de proteína (18.40 g/día/animal, $p < 0.05$) durante esta etapa, los tratamientos T2 y T4 fueron similares y los más altos, 23.05 y 23.01 g/animal/día, respectivamente, le sigue T1 con 22,66 y T3 con 21,52 g/animal/día. Todos los niveles de proteína consumida se encuentran en los rangos recomendados por Caycedo (2000). Dado que el contenido de proteína en el forraje fue alto (18.9%), los animales de todos los grupos tuvieron una buena provisión de este nutrimento y por ello los metabolitos sanguíneos, no revelaron deficiencias proteicas. También puede resaltar que la proteína aportada por el forraje tuvo un aprovechamiento similar al de los suplementos.

Durante la gestación, el requerimiento de proteína se incrementa únicamente durante el último tercio, momento en el cual los fetos desarrollan el 80% de su peso (Aliaga *et al.* 2009). De esta manera, durante los primeros estadios de gestación, la hembra tiene poca necesidad proteínica en la ración, debido a que aún están en crecimiento (Patterson *et al.* 2003, Mejía-Guadarrama *et al.* 2002, Castellini *et al.* 2010).

Los resultados corroboran que, el efecto de la menor aportación de proteína en las

hembras testigo no pudo ser apreciado en los indicadores metabólicos, quizá debido a que las necesidades proteicas se incrementan en el último tercio de gestación y sus consecuencias podrían evidenciarse en la siguiente etapa fisiológica.

4.2.2.3 Consumo de fibra

El consumo de fibra fue estadísticamente igual entre tratamientos ($p > 0.05$, tabla 6), debido al bajo contenido de fibra en los suplementos, estos no incrementaron significativamente los niveles globales en la dieta y por ello, tampoco tuvieron una variación apreciable al oscilar entre 28.91 y 29.94 g/día/animal.

Aliaga *et al.* (2009) y FAO (1997), indican que el contenido de fibra en la ración de cuyes puede alterar parámetros como el consumo; ya que disminuye el tránsito de la digesta en el tracto digestivo; de esta manera, otros nutrientes pueden mejorar su digestibilidad como consecuencia de una mayor exposición a las enzimas del tracto gastrointestinal. Sin embargo, se ha observado que un exceso de fibra en los forrajes reduce la digestibilidad de los nutrientes, debido a que la maduración de la pared celular incrementa la lignificación de los tejidos de los forrajes.

4.2.3 Consumo de energía, proteína y fibra en lactancia.

En la tabla 7 se puede observar los resultados obtenidos para la fase de lactancia.

Tabla 7. Valores medios obtenidos en consumo de energía, proteína y fibra durante la fase de lactancia.

TRAT	Energía	Proteína	Fibra
	<i>Kcal ED/día</i>	<i>g/día</i>	<i>g/día</i>
T0	309.51 ^b	22.68 ^b	35.64 ^a
T1	402.16 ^a	28.01 ^{ab}	37.44 ^b
T2	398.85 ^a	28.39 ^a	37.04 ^b
T3	400.70 ^a	27.60 ^{ab}	37.15 ^b
T4	406.97 ^a	28.60 ^a	37.23 ^b

Fuente: esta investigación, letras diferentes en columna muestran diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.2.3.1 Consumo de energía

El tratamiento testigo (T0) tuvo un menor consumo de energía (309.51 Kcal ED/día), en comparación con los otros tratamientos, los cuales se aproximaron a las 400 Kcal ED/día ($p < 0.05$, tabla 7). Los resultados obtenidos responden al aporte y contenido energético de los suplementos, dado que el consumo de forraje no mostró diferencias significativas entre los grupos experimentales.

Durante la lactancia, los requerimientos de energía en las especies zootécnicas aumentan como consecuencia de la producción láctea (Niza, Di y Esposito 1997, Blas y Wiseman 2010). Esto, conlleva a que la densidad energética de las dietas se deba incrementar, con el fin de suplir el elevado requerimiento de esta etapa, ya que muchas veces el consumo de la hembra no puede aumentar en la misma proporción en que lo hacen

las necesidades (Collard *et al.* 2000). Este aspecto se evidenció en la presente investigación, ya que el consumo de forraje fue similar en todos los tratamientos, las hembras que disponían de suplemento, lo consumieron con avidez para compensar su demanda de energía, lo que se reflejó en peores indicadores reproductivos para el tratamiento testigo (tabla 9) en el peso de las crías destete, lo mismo que en inferiores indicadores metabólicos (tabla 11), como consecuencia de las menores aportaciones de energía por parte del pasto y la activación de la gluconeogénesis (Osborne *et al.* 2009, Funston 2004).

4.2.3.2 Consumo de proteína

El tratamiento testigo (T0) mostró uno de los menores consumos de proteína durante la lactancia (22.68 g/día/animal, $p < 0.05$, tabla 7). Como se mencionó, la menor ingestión se debió a la no suplementación. En consideración al requerimiento de hembras lactantes que se encuentra entre 18 a 22 % (Caycedo 2000), el forraje aportó una cantidad significativa de proteína a la ración pero no pudo satisfacer la demanda, en especial en el grupo testigo.

En el cuy no se ha determinado con exactitud los efectos de la suplementación proteica sobre la producción láctea. Se conoce que las hembras tienen su pico de producción entre el 5^{to} y 8^{vo} día de lactancia, después de esto, disminuyen la producción, dejando de secretar leche entre los días 18 a 23 (Chauca 1997). Por otra parte, los cuyes compensan sus necesidades de proteína recurriendo a la cecotrófia, donde obtienen la proteína de la flora microbiana presente en el ciego y utilizan los productos de la fermentación (Caycedo *et al.* 2011). Esto explica los valores de creatinina encontrados en la fase, ya que las diferencias no fueron significativas (tabla 11); sin embargo, el efecto del suministro de suplemento se observa en el peso promedio de la camada al destete, siendo

menor incremento para el tratamiento testigo (627.33 g/fase, $p < 0.05$), además, se observó un mayor incremento de mortalidad en las hembras al destete (10%, $p < 0.05$, tabla 9).

En investigaciones realizadas por Caycedo (2000) y Aliaga *et al.* (2009), se encontró que el efecto de la proteína en la ración de hembras tiene un efecto favorable sobre el peso de los gazapos, aunque no se ha determinado si este es consecuencia de una mayor producción de leche, o una mejor composición de la misma.

4.2.3.3 Consumo de fibra.

El tratamiento testigo tuvo un mayor nivel porcentual de 35.64% de fibra, ($p < 0.05$, tabla 7). Estos resultados son coherentes por la falta de suplementación del tratamiento. Ya que el consumo de alimento balanceado diluye la concentración de fibra ofrecida en la ración.

El contenido de fibra sobre la lactancia no se ha evaluado, sin embargo, en otras especies como la cerda, se encontró un efecto positivo de la fibra sobre el bienestar de la hembra, en la disminución de problemas gastrointestinales (úlceras gástricas) y un incremento en el peso de los lechones (Mendel *et al.* 1993). En especies como el conejo, el contenido de fibra durante la lactancia es importante, debido a que ayuda a mejorar la utilización de otros nutrientes; mejorando la digestibilidad de la ración suministrada. Sin embargo, en la coneja no se ha encontrado una relación entre el consumo de fibra y los parámetros reproductivos (Ferreyra *et al.* 2001).

No se observó un efecto del consumo de fibra sobre los metabolitos sanguíneos, ni sobre las variables reproductivas; ya que el comportamiento de las variables no evidencia un patrón de repercusión de la fibra.

4.2.4 Cambio de peso durante la gestación

El análisis estadístico mostró que las ganancias de peso fueron similares entre tratamientos ($p>0.05$, tabla 8). Se debe aclarar que, la variable en forma original no presentó distribución normal, por lo cual se necesitó transformar la variable a logaritmo. En consideración al menor consumo de proteína y energía, se esperaba que el tratamiento testigo tuviera una menor ganancia de peso. Sin embargo, no se detectaron diferencias ($p>0.05$).

Tabla 8. Cambio de peso durante gestación y lactancia.

TRAT	Cambio de peso	
	<i>Gestación</i>	<i>Lactancia</i>
	<i>g/periodo</i>	<i>g/periodo</i>
T0	157.25 ^a	58.24 ^a
T1	111.33 ^a	72.50 ^a
T2	167.75 ^a	48.25 ^a
T3	106.00 ^a	63.63 ^a
T4	143.65 ^a	74.17 ^a

Fuente: esta investigación

En esta especie, la hembra continúa con su crecimiento hasta el 3^{er} parto (Aliaga *et al.* 2009). El incremento de peso en gestantes depende de la calidad nutricional del alimento suministrado, el tamaño de camada que se encuentra gestando y las condiciones corporales cuando ingresó al empadre (Michel y Bonnet 2012, Roche *et al.* 2007, Clowes *et al.* 2003). Tal vez, el menor número de crías gestando en el grupo testigo pudiera explicar su

comportamiento en peso, pues la suplementación no aumentó la ganancia de peso de los otros grupos, de una manera significativa. Obando y Benavides (2013) encontraron ganancias de peso de 234.88 a 277.30 g durante la gestación de hembras primíparas bajo suplementación, valores superiores a los encontrados en la presente investigación.

En otras especies se observa que, las hembras de alta producción tienen pérdida de peso como consecuencia de una alta necesidad de nutrientes que la dieta no cubre. En esta investigación, se observó un incremento en todos los grupos, lo que demuestra que las raciones suplieron en buena medida los requerimientos. Aliaga *et al.* (2009), mencionan que la hembras deben incrementar un 20% de su peso en los tres primeros partos, y que es mayor en los dos primeros. De allí que, por los resultados observados en el peso logrado por las hembras de todos los grupos en gestación, los indicadores metabólicos no hayan mostrado variaciones considerables.

4.2.5 Cambio de peso durante la lactancia

No se observó diferencias entre los tratamientos en el cambio de peso durante la lactancia ($p > 0.05$, tabla 8). El suministro de suplemento no afectó significativamente esta variable. Obando y Benavides (2013), encontraron incrementos de peso de 1.46 a 17.05 g y pérdidas de 11.4 g en hembras primerizas. Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron superiores y demuestran que la alimentación proveída satisfizo buena parte de las necesidades nutritivas de las hembras.

4.3 Variables reproductivas

Los resultados obtenidos en las variables reproductivas se pueden observar en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados variables reproductivas.

TRAT	TCN	TCD	PPCN	PPCD	FP	MGN	MGD	MRP	MRD
	-	-	g	g	%	%	%	%	%
T0	2.90 ^a	2.85 ^a	337.85 ^b	627.33 ^b	90 ^a	7.19 ^d	3.35 ^d	15.00 ^a	10.00 ^b
T1	2.95 ^a	2.44 ^b	338.50 ^b	615.94 ^b	80 ^c	14.04 ^b	8.19 ^a	10.00 ^{ab}	5.00 ^c
T2	2.90 ^a	2.60 ^a	401.88 ^a	806.90 ^a	80 ^c	8.31 ^d	4.25 ^c	5.00 ^b	5.00 ^c
T3	3.26 ^a	2.74 ^a	400.85 ^a	750.63 ^a	85 ^b	15.33 ^a	2.50 ^e	5.00 ^b	11.25 ^a
T4	3.08 ^a	2.68 ^a	409.63 ^a	779.23 ^a	70 ^d	9.58 ^c	6.67 ^b	10.00 ^{ab}	6.25 ^c

Fuente: esta investigación, letras diferentes en columna muestran diferencias significativas ($p < 0.05$). TCN: tamaño de camada al nacimiento; TDC: tamaño de camada al destete; PPCN: peso promedio de la camada al nacimiento; PPCD: peso promedio de la camada al destete; FP: fertilidad práctica; MGN: mortalidad de gazapos al nacimiento; MGD: mortalidad de los gazapos al destete; MRP: mortalidad reproductoras al parto; MRD: mortalidad reproductoras al destete.

4.3.1 Tamaño de camada al nacimiento

No se observó diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$, tabla 9). Los valores encontrados son similares a los reportados en diferentes investigaciones (Caycedo 2000, Aliaga *et al.* 2009, Obando y Benavides 2013). En cuyes, el tamaño de camada se influencia de forma positiva con una sobrealimentación (flushing) antes del empadre (Aliaga *et al.* 2009). En hembras que en el estudio, tuvieron un aporte adicional de energía, no se logró observar efecto diferencial con los otros grupos, quizá porque el nivel

energético adicionado no fue suficiente para lograr alterar este indicador ni los metabolitos sanguíneos son reveladores sobre deficiencias evidentes. Sin embargo, cuando existen deficiencias de nutrientes (proteína y energía principalmente), las hembras presentan mortalidad embrionaria, afectando el tamaño de camada (Aliaga *et al.* 2009).

Obando y Benavides (2013), encontraron tamaños de camada entre 2.26 y 2.68 durante el nacimiento, mientras que Benavides y Cabrera (1995), reportan valores de 2.35 a 2.5. Los resultados indican que el tamaño de camada fue normal, producto de un aceptable estado nutricional de las hembras.

4.3.2 Tamaño de camada al destete

Se observó un menor tamaño de camada en el tratamiento T1 ($p > 0.05$). Este resultado se atribuye a la mortalidad de los gazapos durante la lactancia, sin que se haya encontrado una causa atribuible a la dieta, que se pudiera evidenciar en los metabolitos sanguíneos y en orina.

4.3.3 Peso promedio de la camada al nacimiento

Se encontró un menor peso para los tratamientos T1 y T0 ($p < 0.05$, tabla 9). Esta variable es influenciada de forma importante por factores extrínsecos al animal, como son el estado sanitario, la nutrición y la condición corporal de la hembra (Aliaga *et al.* 2009). Los resultados indican que, la variable fue afectada por el contenido energético y proteico de las dietas, ya que los menores pesos se observan en los tratamientos con un menor consumo de materia seca, energía y proteína, durante la gestación.

4.3.4 Peso promedio de la camada al destete

El peso promedio de la camada fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$, tabla 9). Los tratamientos T1 y T0 tuvieron menores pesos. El peso de la camada refleja la actitud

materna de la hembra, la cual se encuentra influenciada por la nutrición (Caycedo *et al.* 2004), quizá por una menor disponibilidad de nutrientes para producir leche, ya que el menor peso de las camadas así lo revela y el mayor contenido de nitrógeno ureico en sangre y orina, permite considerarlo. Los valores obtenidos son similares a los reportados por aliaga *et al.* (2009) en razas peruanas y a los reportes de Caycedo (2000) en el departamento de Nariño. De esta manera, menores aportes nutricionales terminaron afectando a la camada, más que a las condiciones corporales de la hembra.

Obando y Benavides (2013), encontraron pesos de camada al destete entre 562.10 y 611.55 g. Aliaga *et al.* (2009), indican que el peso de la camada está influenciado por factores ambientales, sanitarios y nutricionales, este último es de mayor importancia porque aporta los elementos necesarios para la construcción de los tejidos del animal.

Los gazapos, al ser animales que nacen con un alto nivel de desarrollo, pueden consumir alimento desde el primer día de nacidos, factor que incrementa sus posibilidades de sobrevivencia. Junto a la leche materna, el aporte nutricional del forraje y el suplemento ejerce un efecto importante, ya que los gazapos se encuentran en contacto con ellos desde su nacimiento. Sin embargo, se conoce que su capacidad digestiva es inferior, por lo que la calidad del alimento puede ser un factor decisivo en el crecimiento de los gazapos.

4.3.5 Fertilidad práctica

Los resultados mostraron que el tratamiento testigo (T0) tuvo la mayor fertilidad, seguido por los tratamientos T3, T2 y T1, y finalmente el T4 ($p < 0.05$, tabla 9). En apariencia, los resultados indican que la suplementación tuvo un efecto negativo sobre la variable, ya que se observó una reducción de la fertilidad en todos los grupos suplementados, pero los pesos de las camadas al nacimiento y destete alcanzados en estos

grupos, con seguridad implicaron un mayor desgaste de las madres, hecho que pudo haber repercutido sobre este indicador.

4.3.6 Mortalidad de gazapos al nacimiento

Se observó una menor mortalidad en los tratamientos T0 y T2, y una mortalidad mayor para el tratamiento T3 ($p < 0.05$, tabla 9). De acuerdo con Caycedo *et al.* (2011), la mortalidad de los gazapos debe estar alrededor del 10%, los tratamientos T3 y T1 superan este valor. Existen muchos factores que afectan la supervivencia de las crías lactantes, entre los que se encuentran la capacidad materna de la hembra, caracterizada por la producción de leche y la funcionalidad de las mamas. De igual manera, la nutrición y el estado sanitario son factores importantes (López *et al.* 2005, Macdonald *et al.* 2008, Ji, Hurley y Kim 2006, Hue-Beauvais *et al.* 2011). Por eso, la única causa que puede encontrarse como posible, es la habilidad materna de las madres en los grupos con menor mortalidad.

4.3.7 Mortalidad de gazapos al destete

Los resultados estadísticos indicaron que todos los tratamientos fueron diferentes ($p < 0.05$, tabla 9). La mayor mortalidad fue observada en el tratamiento T1, sin que pueda aludir alguna explicación probable de los resultados obtenidos en este grupo. Los tratamientos T3, T0 y T2 tuvieron un porcentaje inferior a 5% (Caycedo *et al.* 2004), mostrando un normal comportamiento.

4.3.8 Mortalidad de reproductoras al parto

El análisis estadístico determinó una mayor mortalidad de hembras en el tratamiento testigo (T0) en comparación con los tratamientos T3 y T2 ($p < 0.05$, tabla 9). De acuerdo con Caycedo *et al.* (2011), la mortalidad en adultos debe estar por debajo de 5%. Teniendo en cuenta esto, los únicos tratamientos que se encuentran en lo reportado como normal fueron

T3 y el T2. Quizá la deficiencia crónica de nutrientes pudo debilitar a las hembras del grupo testigo y causar su deceso, ya que las necropsias no revelaron alguna causa evidente.

4.3.9 Mortalidad de reproductoras al destete

Los tratamientos T1, T2 y T4, mostraron la menor mortalidad, seguidos por el T0 y T3 ($p < 0.05$, tabla 9, anexo v). Como se mencionó anteriormente, Caycedo *et al.* (2011) indican una mortalidad de 5% como máximo en adultos. Tampoco en este caso se encontraron causas que permitieran explicar las muertes de los animales, ya que todas ellas fueron súbitas y sin morbilidad o patología aparentes.

4.4 Metabolitos sanguíneos

4.4.1 Gestación

Los resultados obtenidos para los metabolitos en la fase de gestación se pueden observar en la tabla 10.

Tabla 10. Metabolitos fase de gestación.

TRAT	Glucosa mg/dl	Creatinina mg/dl	N ureico sangre mg/dl	N ureico orina mg/dl
T0	111.5 ^{ab}	1.61 ^{ab}	14.4 ^a	209.75 ^a
T1	89.14 ^b	1.53 ^b	12.1 ^c	176.00 ^c
T2	115.00 ^a	1.57 ^{ab}	14.3 ^a	189.50 ^b
T3	99.50 ^{ab}	1.66 ^a	14.1 ^b	186.75 ^b
T4	115.25 ^a	1.61 ^{ab}	13.9 ^b	179.50 ^c

Fuente: esta investigación

4.4.1.1 Glucosa

Los niveles de glucosa sanguínea mostraron variaciones entre los grupos ($p < 0.05$, tabla 10). Se presentaron diferencias entre el tratamiento T1 y los tratamientos T4 y T2. Lo observado con el T0 resultó muy interesante, ya que su nivel de glucosa fue equiparable a los suplementados, esto pudo ser causado por la glucogénesis a partir de hexosas en el organismo, ya que se observó mayores metabolitos nitrogenados en las hembras testigo.

No existen reportes de glucosa para el cuy hembra de sistemas productivos destinados a la comercialización de carne, y mucho menos durante la etapa de gestación. Sin embargo, Ramos (2013) reporta valores de 75.5 a 178.5 mg/dl en cuyes machos tipo carne, mientras que Bichard (2002) reporta un rango de 60 a 125 mg/dl en cuyes hembra de laboratorio; los datos encontrados están dentro de los niveles reportados por estos autores.

El mayor consumo de energía produjo una mayor concentración de glucosa y afectó de manera positiva el tamaño de camada al nacimiento. Si se tiene en cuenta que durante la gestación, la glucosa juega un rol importante en el crecimiento de los fetos, especialmente durante el último tercio de gestación (Fowden *et al.* 1997), así se puede explicar los resultados observados.

El análisis de correlación indicó que, existe una relación significativa de los niveles de glucosa en sangre con las variables mortalidad al nacimiento ($r = -0.51606$, $p = 0.0198$) y peso de la camada al nacimiento ($r = 0.45088$, $p = 0.046$). El r negativo para la mortalidad al nacimiento demuestra que existe una relación inversa entre las variables, de esta manera, incrementos en los niveles de glucosa tiene un efecto positivo sobre la sobrevivencia. Como se mencionó en apartados anteriores, la glucosa es el principal precursor energético para los fetos, por ello, un incremento en los niveles de glucosa en la hembra, permite

suplir los requerimientos de esta fase y mejorar la sobrevivencia de los gazapos. De igual manera, la correlación positiva del peso de la camada indica que la glucosa mejora el peso de los gazapos al nacimiento, mostrando la importancia de la suplementación energética sobre esta variable y evidencia la relación existente entre mortalidad y tamaño de camada.

4.4.1.2 Creatinina

La creatinina durante la gestación mostró diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$, tabla 10). Los valores encontrados por Ramos (2013) fueron de 0.75 a 2.2 mg/dl en cuyes tipo carne machos, y Bichard (2002) indica valores de 0.5 a 2.2 mg/dl en cuyes hembra de laboratorio.

El contenido de creatinina sanguínea es usado como indicador del catabolismo muscular, de esta manera, el tratamiento T1 tuvo una menor concentración que el tratamiento T3, pero no hubo diferencias con los otros tratamientos. Debido a que todos los valores sanguíneos encontrados están dentro de los rangos reportados para cuyes, la diferencia entre estos dos tratamientos no puede ser dilucidada de forma certera. Sin embargo, el tratamiento T3 con una de las ganancias de peso más bajas durante el periodo de gestación, pudo aumentar la concentración de creatinina, como efecto del uso de reservas corporales.

No se encontró correlación con las otras variables (r menores a 0.35, $p > 0.05$).

4.4.1.3 Nitrógeno ureico en sangre

Los niveles de este metabolito en la gestación fueron diferentes entre los grupos ($p < 0.05$, tabla 10), se observó que los tratamientos T0 y T2 tuvieron mayores niveles, seguidos por T3 y T4, para finalmente observar menores valores en T1. El metabolito se encuentra estrechamente relacionado con el contenido de proteína en la dieta, se puede incrementar con el consumo elevado de proteína o la utilización de proteína como fuente

energética, dejando aminoácidos libres que el organismo debe metabolizar para su eliminación, aumentando la concentración de ácido úrico sanguíneo. Sin embargo, los resultados no evidencian este comportamiento en la variable, a pesar de existir diferencias estadísticas

Bichard (2002) y Ramos (2013), reportaron rangos de 9 a 31.5 y 17.67 a 33.05 mg/dl, respectivamente. Según esto, los valores encontrados resultan bajos, sin embargo, están dentro del rango para cuyes hembras de laboratorio reportados por Bichard (2002). Estos valores bajos demuestran que los animales tuvieron un buen aporte de proteína y no hubo un proceso catabólico para su eliminación a través de la orina.

No se encontró correlación con las otras variables (r menores a 0.23, $p > 0.05$).

4.4.1.4 Nitrógeno ureico en orina

Hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p < 0.05$, tabla 10), se observó mayor valor en el tratamiento testigo (T0), seguido por los tratamientos T2 y T3 y finalmente T1 y T4 con los menores valores. Los niveles observados mostraron una situación similar al anterior acápite, donde el catabolismo tisular puede ser el responsable de los mayores niveles de este metabolito, para proveer la energía faltante. La comparación con los parámetros productivos y reproductivos, no mostró relación con estos parámetros.

4.4.2 Lactancia

En la tabla 11, se puede observar los valores de metabolitos sanguíneos encontrados en la etapa.

Tabla 11. Metabolitos etapa de lactancia.

TRAT	Glucosa mg/dl	Creatinina mg/dl	N. ureico sangre mg/dl	N ureico orina mg/dl
T0	103.25 ^d	1.60 ^a	18.35 ^a	436.50 ^a
T1	115.00 ^{bc}	1.48 ^a	15.03 ^b	396.75 ^b
T2	111.25 ^c	1.58 ^a	17.65 ^a	384.50 ^c
T3	119.25 ^b	1.58 ^a	18.25 ^a	322.00 ^d
T4	145.00 ^a	1.53 ^a	14.40 ^b	404.25 ^b

Fuente: esta investigación

4.4.2.1 Glucosa

Los niveles encontrados mostraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$, tabla 11). El tratamiento T4 presentó la mayor concentración (145 mg/dl), mientras que el tratamiento sin suplementación (T0) fue el menor. Igual que para el caso de gestación, el consumo de energía influyó sobre los niveles de glucosa sanguínea durante la lactancia, haciéndose evidentes tanto la alta demanda de nutrientes en esta fase, como la necesidad de suplementar, para lograr mejores desempeños de las hembras y sus crías.

Durante la lactancia, los requerimientos de glucosa aumentan como consecuencia de una elevada demanda de la glándula mamaria, especialmente de lactosa (Ceballos *et al.* 2002, Burns *et al.* 1997, Brand *et al.* 2000, Popják *et al.* 1953). Esto hace que en hembras no suplementadas, los niveles de producción láctea se vean disminuidos (Weldon *et al.* 1994).

El análisis de correlación no detectó relaciones significativas con ninguna variable (r^2 menores a 0.32, $p>0.05$).

4.4.2.2 Creatinina

Los niveles de creatinina fueron similares en todos los tratamientos ($p> 0.05$, tabla 11). Al parecer, la suplementación no afectó significativamente los niveles de creatinina en sangre y los resultados sugieren que hubo una baja movilización de reservas corporales durante la lactancia, dejando entrever que las cantidades de energía y proteína aportadas por las dietas, suplieron satisfactoriamente las necesidades de las madres lactantes, puesto que su consumo de MS, fueron superiores a los rangos reportados para esta fase, superando el 12% en el testigo y llegando al 15% en los grupos suplementados.

Las necesidades de proteína durante la lactancia se incrementan, debido a las necesidades nutricionales de la glándula mamaria para la producción de leche. En esta especie, la dificultad en el consumo de alimento obliga a la hembra a movilizar las reservas corporales para suplir las deficiencias de proteína y como consecuencia, incrementan los niveles de creatinina en sangre, producto del catabolismo del tejido muscular. Aspecto que no se observó en esta investigación y posiblemente, la proteína aportada por la cecotrofia pudo cubrir las deficiencias de este nutriente.

No se encontró correlación con las otras variables (r menores a 0.31, $p>0.05$).

4.4.2.3 Nitrógeno ureico en sangre

El análisis estadístico mostró que los tratamientos T1 y T4 tuvieron una menor concentración de ácido úrico ($p<0.05$, tabla 11). Los valores fueron superiores a los observados en el periodo de gestación, quizá por el resultado de una mayor movilización de proteínas, como consecuencia de la dinámica de la glándula mamaria, propia de esta fase

fisiológica.

Al parecer, los niveles de ácido úrico en sangre están más ligados a dinámicas individuales o elementos fisiológicos propios de cada hembra, pues los valores observados no dejan en claro el efecto de las dietas sobre éste metabolito; haciendo necesario establecer lo sucedido con el metabolismo hepático o a través de AST o ALT, para lograr explicar el comportamiento observado.

No se encontró correlación de las variables evaluadas (r menores a 0.23, $p > 0.05$).

4.4.2.4 Nitrógeno ureico en orina

Se encontraron diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$, tabla 11). Se observó que el tratamiento T0 tiene un valor superior a los otros tratamientos, seguido por los tratamientos T1 y T4, luego T2 y finalmente el T3. Al igual que el ácido úrico en sangre, los niveles en orina aumentaron en relación con los encontrados en gestación. Esto demuestra que durante la lactancia el metabolismo de la proteína aumenta, producto del trabajo de la glándula mamaria, con toda la dinámica hormonal que se desencadena en esta fase. También se pudo esclarecer que, al no cubrir de manera satisfactoria los requerimientos energéticos como fue el caso de T0, la movilización de reservas corporales es inminente y de ahí los mayores niveles de nitrógeno ureico en orina de este grupo.

5. CONCLUSIONES

La suplementación mostró efectos positivos sobre el consumo de energía y proteína de la ración en gestación y lactancia, ya que estimula su consumo, incrementando la ingestión de nutrientes.

Las hembras sin suplementación mostraron consumos menores de fibra en comparación con las suplementadas, de esta manera, la suplementación incremento los consumos de materia seca y por consiguiente el consumo de fibra.

El cambio de peso fue afectado por la suplementación, ya que la hembras sin suplementación regularon el consumo de materia seca para suplir sus necesidades nutricionales.

Las variables reproductivas peso promedio de la camada al nacimiento y al destete, sobrevivencia de gazapos al nacimiento y destete, y sobrevivencia de reproductoras al destete mejoraron con la suplementación.

De los metabolitos sanguíneos, la glucosa se incrementa con el contenido energético de la ración y tiene un efecto positivo sobre las variables mortalidad al nacimiento y peso de la camada al nacimiento. Los otros metabolitos muestran cambios con la suplementación pero su efecto no se observa en los parámetros reproductivos.

Se determinó un aporte importante de la cecotrofia en el cubrimiento de las necesidades de proteína, al no detectarse cambios mayores en la creatinina.

Los niveles de Nitrogeno Ureico en Orina, revelaron cambios importantes en el metabolismo del nitrógeno durante la fase de lactancia y la estrategia de las hembras para cubrir sus deficiencias, a partir de sus tejidos corporales.

6. RECOMENDACIONES

Complementar la determinación de metabolitos sanguíneos con AST (Aspartato Aminotransferasa) y ALT (Alanato Aminotransferasa) en diferentes momentos de la gestación y lactancia a fin de poder determinar los momentos cruciales de la dinámica fisiológica en gestación y lactancia.

Procurar que el aporte de energía de la ración en hembras gestantes sea elevado (mínimo 3100 KcalED/kg) para mantener una mortalidad baja en gazapos al nacimiento y conseguir buenos pesos en la camada al nacer.

BIBLIOGRAFÍA

ALIAGA, L. Crianza de cuyes. Instituto de Investigación Agraria, Lima-Perú, 1993, 120 p.

ÁLVAREZ, J. Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 2001. p. 120.

APRAEZ, E. Análisis químico de alimentos. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 1994, 120 p.

BARRERA, T. Parámetros Productivos de Cuyes (*Cavia porcellus*) del Nacimiento al Sacrificio en Navarit, México. En: Abanico Veterinario, 2002, p. 36 - 43.

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. En *Pastos y forrajes tropicales, tercera edición*. (pág. 504). Bogotá: Banco Ganadero, 1994, p. 12.

BUSH, B. Manual de laboratorio veterinario de análisis clínicos. Zaragoza España: Acribia, 1982, p. 120.

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

de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006.

CASTELLANI, C.; DAL BOSCO, A.; ARIAS, M.; LORENZO, P.; CARDANILLI, R y REBOLLAR, P. The main factors affecting the reproductive performance of rabbit does: review. En: Animal Reproduction Science., 2010, Vol. 122, p. 174-182.

CASTRO, H. Sistemas de crianza a nivel familiar-comercial en el sector rural. Utah, USA: Benson Agriculture and Food Institute, Brigham Young University, 2002, 58 p.

CAYCEDO, A. (2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes, contribución al desarrollo tecnológico de la especie. Pasto, Colombia: Graficolor, 2000, 450 p.

CAYCEDO, A. et al. Producción sostenible de cuyes. Centro de publicaciones Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Colombia. 2011, p. 89.

CORREA, R. Producción de cuyes. Desarrollo agropecuario de los campesinos minifundistas de Nariño. Pasto Colombia, 1985, p. 38.

CHAUCA, L. Sistemas de producción de cuyes. En: Crianza de cuyes , Serie didáctica. INIA Lima-Perú. 1993. 45 p.

CHAUCA, L. Producción de cuyes. FAO. Roma, 1997, 78 p.

DGPA, D. d. (21 de Febrero de 2005). *agroaldia.minag.gobpe*. Obtenido de http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastos-forrajes/manual_pastos.pdf

ECHEVERRI, S.; ORTEGA, E.; y TOBAR, M. Estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesadora de alimentos para animales con énfasis en cuyes. Tesis de Grado Ing. Agroindustrial. Pasto - Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Agroindustrial, 2003, 78 p.

ESTRADA, J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales - Colombia: Universidad de Caldas. 2002, p. 45.

FAO. Departamento de agricultura. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). [Online] 1997. [Citado el 7 de marzo 2015.] Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm>

GARCÍA, R., VELASQUEZ, J., y MORONES, R. Metabolitos de suero sanguíneo en cerdos alimentados con dietas suplementadas con Cromo-L-metionina. En: *Agronomía mesoamericana*, Vol. 17, N° 2, p. 161-165.

GUTIERREZ VÁSQUEZ, I., DOMINGUEZ MAZA, A., y ACEVEDO MARILES, J. J. Fisiopatología del síndrome urémico. Hospital General "Dr Manuel Gea González", 2003, Vol. 6, N° 1, p. 13 - 24.

HOLDRIDGE, L. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data.

En: Science. 1947, vol. 105, no. 2727.

MARTINEZ, M. M. *Holcus lanatus*. En: *Recursos naturales*, 2002, Vol 3, N° 4, p. 48 - 51.

MEJIA-GUADARRAMA, C.; PASQUIER, A.; DOURMAD, Y.; PRUNIER, A y QUESNEL, H. Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotropic axis, and reproductive performance after weaning. En: Journal of Animal Science, 2002, Vol. 80, p. 3286-3300.

MCDONALD, P., EDWARDS, R. A., y GREENHALGH, J. F. *Nutrición Animal*. Zaragoza, España: Acribia, 1988, 345 p.

MELENDEZ, P. *Nutrición Protéica y su Impacto en el ganado lechero*. ABS Global Inc. 2005.

MICHEL, C. y BONNET, X. Influence of Body Condition on Reproductive Output in the Guinea Pig. En: Journal of Experimental Zoology, 2012, Vol. 317, p. 24-31.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIESGO DEL PERU. *Cadena del cuy*. 2012, Online: www.MARP.pe. [citado el 12 abril de 2015].

MONCAYO, R. Avances técnicos en la producción comercial de cuyes. Seminario taller sobre nuevos avances en la cuyecultura latinoamericana. En: memorias.

Cochabamba-Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, 1999, p. 3.

MUTIS, C. Determinación y análisis de valores de nitrógeno uréico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá. En: Revista Electrónica de Veterinaria, 2005, Vol 6, N°1, p. 1 - 28.

OBANDO, A. y BENAVIDEZ, M. Utilización de la harina de epitelio ruminal sobre los parámetros productivos y reproductivos de hembras primerizas alimentadas con pasto kikuyo. Trabajo de Pregrado, Pasto-Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia, 2014, 120 p.

OSBORNE, V.; ODONGO, N.; CANT, J.; SWANSON, K. y McBRIGE, B. Effect of supplementation glycerol and solbean oil in drikking water. En: Journal of Dairy Science, 2009, Vol. 92, p. 698-707.

PATTERSON, H *et al.* Supplementation to Meet Metabolizable Protein Requirements of Primiparous Beef Heifers: II. Pregnancy and Economics. En: Journal of Animal Science, 2003, Vol. 81, p. 563-570.

PERAZZI, B. Creatinina en sangre: calidad analítica e influencia en la estimación del Índice de Filtrado Glomerular. En: Acta bioquímica clinica latinoamericana, 2011, Vol. 3, N° 2, p. 1-10.

RAMOS, L. Determinación de perfiles metabólicos en la fase de levante y ceba de cuyes (*Cavia porcellus*), bajo diferentes dietas. Trabajo de Maestría. Pasto-Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrarias, 2013, 78 p.

REVOLLO, K. (21 de Febrero de 2014). www.umss.edu.bo. Obtenido de <http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37c.pdf>

RICO, E. Manual sobre el manejo de cuyes. Lima-Perú: Instituto Benson, Proyecto Bejocuy. Benson Agriculture and Food Institute, 2003, 100 p.

VERGARA, V. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Lima-Perú: Programa de investigación y proyección social de alimentos, facultad de zootecnia-Universidad nacional agraria la molina, 2009, p. 36.

ZAMORA BURBANO, A., ECHEVERRY POTOSÍ, S., ENRIQUEZ CHAMORRO, R., ORTEGA, D., BURGOS VELASCO, M., y CAYCEDO Egas, M. Producción Sostenible de Cuyes. Pasto: Universidad de Nariño, 2011, 300 p.

ANEXOS

Anexo A. Resultados de consumo encontrados para cada una de las variables evaluadas.

TR	RE	CMS_Tta	CMS_Tta	CS_En	CS_En	CS_Pr	CS_Pr	CS_FC	CS_FC
AT	PL	l_Ges	l_Lac	_Ges	_Lac	Ges	_Lac	GES	LAC
T0	R1	97,09	120,48	250,44	310,76	18,35	22,77	28,84	35,78
T0	R2	97,98	120,69	252,72	311,32	18,52	22,81	29,10	35,85
T0	R3	95,72	118,02	246,90	304,43	18,09	22,31	28,43	35,05
T0	R4	97,91	120,78	252,55	311,53	18,50	22,83	29,08	35,87
T1	R1	111,79	151,21	299,91	403,83	20,52	27,85	28,60	39,42
T1	R2	119,61	148,18	319,15	395,59	22,05	27,30	31,30	38,69
T1	R3	126,80	153,32	339,88	410,41	23,29	28,19	32,56	39,59
T1	R4	121,84	151,78	326,60	406,37	22,38	27,90	31,28	39,16
T2	R1	117,46	149,62	312,89	398,29	22,23	28,31	29,87	38,18
T2	R2	123,72	148,48	329,23	395,16	23,41	28,10	31,64	37,95
T2	R3	121,87	149,62	324,79	398,15	23,06	28,31	30,91	38,25
T2	R4	122,53	151,27	326,04	402,24	23,18	28,62	31,34	38,82
T3	R1	117,67	150,58	308,81	395,98	21,81	27,84	31,89	40,33
T3	R2	116,58	150,94	307,05	397,29	21,52	27,88	30,95	40,22
T3	R3	112,63	146,58	294,24	384,31	20,98	27,20	31,29	39,93
T3	R4	116,74	148,27	306,61	389,52	21,62	27,44	31,49	39,93
T4	R1	119,95	149,13	329,39	409,63	22,49	27,96	29,52	36,68
T4	R2	122,88	151,79	338,05	417,05	23,03	28,45	30,06	37,30
T4	R3	124,12	151,90	342,27	416,53	23,26	28,48	30,12	37,57
T4	R4	119,09	151,95	326,21	416,53	22,33	28,49	29,56	37,63

Anexo B. Análisis de varianza variable consumo de materia seca fase de gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	1707.101336	426.775334	36.60	<.0001
<i>Error</i>	15	174.899549	11.65996993		
<i>total correcto</i>	19	1882.000885			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.907067	2.96415	3.414669813	115.199

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	27.06	4	T1
A	27.06	4	T2
A	26.93	4	T4
A	22.33	4	T3
B	00.00	4	T0

Anexo C. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje durante la gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	41.9086607	10.4771652	1.14	0.377
<i>error</i>	15	138.331261	9.22208403		
<i>total correcto</i>	19	180.239921			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.232516	3.212996	3.03678844	94.5158

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	97.33	4	T0
A	94.72	4	T4
A	94.49	4	T2
A	93.69	4	T3
A	93.11	4	T1

Anexo D. Análisis de varianza para consumo de materia seca suplemento fase de lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	2950	737.5	267.21	<.0001
<i>error</i>	15	41.4	2.76		
<i>total correcto</i>	19	2991.4			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.986160	32,456	1.661324773	144.21

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	32.69	4	T4
A	32.67	4	T2
A	32.57	4	T1
A	30.96	4	T3
B	00.00	4	T0

Anexo E. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje durante la lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	17.4669735	4.36674338	2.59	0.0789
<i>error</i>	15	25.2600135	1.6840009		
<i>total correcto</i>	19	42.726987			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.408804	1.095555	1.2976906	118.4505

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	119.99	4	T0
A	118.55	4	T1
A	118.50	4	T4
A	118.13	4	T3
A	117.08	4	T2

Anexo F. Análisis de varianza para consumo de energía durante la gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	1848741,93	462185,484	5351,05	<.0001
<i>error</i>	15	1295,592	86,3728		
<i>total correcto</i>	19	1850037,53			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0,999300	3,115142	9,29369679	286,9517

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	327.77	4	T4
A	323.98	4	T2
A	320.25	4	T1
A	311.06	4	T3
B	251.06	4	T0

Anexo G. Análisis de varianza para consumo de proteína en gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	55.6978235	13.9244559	35.67	<.0001
<i>error</i>	15	5.8557145	0.39038097		
<i>total correcto</i>	19	61.553538			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.904868	2.901884	0.62480474	21.531

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	23.05	4	T2
A	23.01	4	T4
AB	22.26	4	T1
B	21.52	4	T3
C	18.40	4	T0

Anexo H. Análisis de varianza para consumo de fibra en gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	18.473	4.618	12,2004856	<.0001
<i>error</i>	15	5.678	379		
<i>total correcto</i>	19	24.151			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0,76489744	1,096	75,3525049	269.527

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	29.94	4	T2
A	29.81	4	T4
A	29.50	4	T1
A	29.32	4	T3
A	28.91	4	T0

Anexo I. Análisis de varianza para el consumo de energía durante la lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	28737,429	7184,35725	334,18	<.0001
<i>error</i>	15	322,48	21,4986667		
<i>total correcto</i>	19	29059,909			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0,988903	1,27272	4,63666547	359,0142

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	406.97	4	T4
A	402.16	4	T1
A	400.70	4	T3
A	398.85	4	T2
B	309.51	4	T0

Anexo J. Análisis de varianza para consumo de proteína en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	93.0677332	23.2669333	275.41	<.0001
<i>error</i>	15	1.267213	0.08448087		
<i>total correcto</i>	19	94.3349462			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.986567	1.078393	0.29065592	26.9527

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	28.60	4	T4
A	28.39	4	T2
AB	28.01	4	T1
AB	27.60	4	T3
B	22.68	4	T0

Anexo K. Análisis de varianza para consumo de fibra en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	29074,88	7.269	81,0433134	<.0001
<i>error</i>	15	1345,34	90		
<i>total correcto</i>	19	30.420			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0,95577481	1,876	36,6788768	269.527

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	37.44	4	T1
A	37.23	4	T4
A	37.15	4	T3
A	37,04	4	T2
B	35,64	4	T0

Anexo L. Análisis de varianza para cambio de peso durante la gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	225266.013	56316.5031	7.98	0.0024
<i>error</i>	15	105843.152	7056.21014		
<i>total correcto</i>	19	331109.165			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.680338	64.98954	84.0012508	129.2535

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	167.81	4	T2
A	157.08	4	T0
A	143.67	4	T4
B	105.94	4	T3
C	71.77	4	T1

Anexo M. Análisis de varianza para cambio de peso en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	9819.63942	2454.90986	4.57	0.5174
<i>error</i>	15	8060.80828	537.387218		
<i>total correcto</i>	19	17880.4477			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.549183	36.58974	23.1816138	63.3555

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	74.17	4	T4
A	72.5	4	T1
A	63.63	4	T3
A	58.24	4	T0
A	48.25	4	T2

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

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	6.37237	1.5930925	14.78	0.1391
<i>error</i>	15	1.61655	0.10777		
<i>total correcto</i>	19	7.98892			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.797651	10.87752	0.32828341	3.018

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	3.2575	4	T3
A	3.08	4	T4
A	2.95	4	T1
A	2.9025	4	T2
A	2.9	4	T0

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

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	6.56575	1.6414375	12.00	0.0018
<i>error</i>	15	2.05125	0.13675		
<i>total correcto</i>	19	8.617			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.761953	13.7984	0.36979724	2.68

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	2.9	4	T0
A	2.7375	4	T3
A	2.675	4	T4
A	2.6	4	T2
B	2.4375	4	T1

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

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	91059.2284	22764.8071	7.06	0.00413
<i>error</i>	15	48399.2622	3226.61748		
<i>total correcto</i>	19	139458.491			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.652949	15.0376	56.80332279	377.742

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	409.63	4	T4
A	401.88	4	T2
A	400.85	4	T3
B	338.5	4	T1
B	337.85	4	T0

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

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	925339.443	231334.861	11.46	0.023
<i>error</i>	15	302707.014	20180.4676		
<i>total correcto</i>	19	1228046.46			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.753505	19.8404	142.057973	716.0025

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	806.9	4	T2
A	779.2	4	T4
A	750.6	4	T3
B	627.3	4	T0
B	615.9	4	T1

Anexo R. Análisis de varianza para porcentaje de fertilidad práctica.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	65880	16470	48.44	<.0001
<i>error</i>	15	5100	340		
<i>total correcto</i>	19	70980			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.928149	22.7643	18.43908891	81

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	90	4	T0
B	85	4	T3
C	80	4	T2
C	80	4	T1
D	70	4	T4

Anexo S. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de gazapos al nacimiento.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	5306.94938	1326.73735	25.07	0.0041
<i>error</i>	15	793.7076	52.91384		
<i>total correcto</i>	19	6100.65698			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.869898	66.7908	7.27418999	10.891

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	15.333	4	T3
B	14.043	4	T1
C	9.583	4	T4
D	8.305	4	T2
D	7.193	4	T0

Anexo T. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de gazapos al destete.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	7289.97935	1822.49484	46.20	<.0001
<i>error</i>	15	591.75545	39.4503633		
<i>total correcto</i>	19	7881.7348			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.924921	125.8708	6.28095242	4.99

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	8.19	4	T1
B	6.665	4	T4
C	4.248	4	T2
D	3.348	4	T0
E	2.5	4	T3

Anexo U. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de reproductoras al parto.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	5280	1320	7.92	0.0420
<i>error</i>	15	2500	166.666667		
<i>total correcto</i>	19	7780			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.678663	143.4438	12.9099445	9

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	15	4	T0
AB	10	4	T1
AB	10	4	T4
B	5	4	T3
B	5	4	T2

Anexo V. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de reproductoras al destete.

Fuente	Gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	3137.5	784.375	4.22	0.04833
<i>error</i>	15	2787.5	185.833333		
<i>total correcto</i>	19	5925			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.529536	181.7609	13.63207	7.5

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	11.25	4	T3
B	10	4	T0
C	6.25	4	T4
C	5	4	T1
C	5	4	T2

Anexo W. Análisis de varianza para glucosa en gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	2093.8444	523.461108	4.69	0.0118
<i>error</i>	15	1673.8887	111.59258		
<i>total correcto</i>	19	3767.7331			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.555731	9.958557	10.56373892	106.077

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	115.25	4	T4
A	115	4	T2
AB	111.5	4	T0
AB	99.5	4	T3
B	89.135	4	T1

Anexo X. Análisis de varianza para glucosa en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	134999.5	33749.875	41.64	<.0001
<i>error</i>	15	12158.25	810.55		
<i>total correcto</i>	19	147157.75			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.917379	23.97487	28.47015982	118.75

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	145	4	T4
B	119.25	4	T3
BC	115	4	T1
C	111.25	4	T2
D	103.25	4	T0

Anexo Y. Análisis de varianza para creatinina en gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	0.05688	0.01422	2.38	0.0027
<i>error</i>	15	0.0896	0.005973333		
<i>total correcto</i>	19	0.14648			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.388312	4.8425	0.077287343	1.596

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	1.6625	4	T3
AB	1.6075	4	T0
AB	1.605	4	T4
AB	1.5725	4	T2
B	1.5325	4	T1

Anexo Z. Análisis de varianza para creatinina en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor
<i>Modelo</i>	4	0.09	0.0225	6.75
<i>error</i>	15	0.05	0.003333333	
<i>total correcto</i>	19	0.14		

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.6429	3.7248	0.057735027	1.5500

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	1.6	4	T0
A	1.575	4	T3
A	1.575	4	T2
A	1.525	4	T4
A	1.475	4	T1

Anexo AA. Análisis de varianza para BUN en gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	576.635	144.15875	18.24	0.0032
<i>error</i>	15	118.535	7.902333333		
<i>total correcto</i>	19	695.17			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.829488	22.8858	2.811108915	13.75

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	14.4	4	T0
A	14.3	4	T2
B	14.075	4	T3
B	13.9	4	T4
C	12.075	4	T1

Anexo BB. Análisis de varianza para BUN en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	56.468	14.117	3.21	0.0431
<i>error</i>	15	65.9575	4.39716667		
<i>total correcto</i>	19	122.4255			

R- cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.461244	12.53028	2.09694222	16.735

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	18.35	4	T0
A	18.25	4	T3
A	17.65	4	T2
B	15.025	4	T1
B	14.4	4	T4

Anexo CC. Análisis de varianza para nitrógeno ureico en orina en gestación.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	62770.7	15692.675	29.47	0.0003
<i>error</i>	15	7987.5	532.5		
<i>total correcto</i>	19	70758.2			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.887116	12.25489	23.07596152	188.3

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	209.75	4	T0
B	189.5	4	T2
B	186.75	4	T3
C	179.5	4	T4
C	176	4	T1

Anexo DD. Análisis de varianza para nitrógeno ureico en lactancia.

Fuente	gl	Sum. Cuad.	Cuad. Medio	F-valor	Pr > F
<i>Modelo</i>	4	928231.7	232057.925	9.89	0.0193
<i>error</i>	15	351943.5	23462.9		
<i>total correcto</i>	19	1280175.2			

R-cuadrado	CV	Raiz MSE	Media
0.725082	0.0742	153.1760425	388.8

Tukey	Media	Observaciones	Trat
A	436.5	4	T0
B	404.3	4	T4
B	396.8	4	T1
C	384.5	4	T2
D	322	4	T3

Anexo EE. Análisis de correlación para metabolitos sanguíneos y parámetros productivos y reproductivos.

		Correlations													
		Crt_Ges	NUS_Ges	Gluc_Ges	NUO_Ges	Supl_seco	Forr_seco	Cons_Ttal_MS	Cons_prot	Cons_energ	Cons_fib	Mor_NAC	Mor_DES	PCN	Mor_Hem_par
Crt_Ges	Pearson Correlation	1	,475*	,182	,104	-,051	,104	-,041	-,092	-,069	-,109	0,5665	,475*	-,092	,182
	Sig. (2-tailed)		,040	,455	,672	,836	,672	,867	,709	,779	,657	0,567	,040	,709	,455
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
NUS_Ges	Pearson Correlation	,475*	1	,025	,047	-,101	,047	-,100	-,103	-,112	-,126	0,6764	,104	,086	,104
	Sig. (2-tailed)	,040		,918	,850	,679	,850	,683	,674	,648	,608	0,5674	,672	,728	,672
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Gluc_Ges	Pearson Correlation	,182	,025	1	,246	,086	,246	,117	,024	-,005	-,132	-51606	-,112	0,4588	-,051
	Sig. (2-tailed)	,455	,918		,310	,728	,310	,634	,922	,984	,591	0,0198	,648	0,0046	,836
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
NUO_Ges	Pearson Correlation	,104	,047	,246	1	-,399	1,000**	-,302	-,429	-,427	-,467*	-,302	-,126	,000	,104
	Sig. (2-tailed)	,672	,850	,310		,090	0,000	,209	,067	,068	,044	,209	,608	,999	,672
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	20	19
Supl_seco	Pearson Correlation	-,051	-,101	,086	-,399	1	,151	,981**	,980**	,983**	,910**	-,429	,047	-,302	,104
	Sig. (2-tailed)	,836	,679	,728	,090		,526	,000	,000	,000	,000	,067	,850	,209	,672
	N	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
Forr_seco	Pearson Correlation	,104	,047	,246	1,000**	,151	1	,338	-,023	,000	-,201	-,112	,246	,435	,047
	Sig. (2-tailed)	,672	,850	,310	0,000	,526		,146	,923	,999	,396	,648	,310	,836	,850
	N	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
Cons_Ttal_MS	Pearson Correlation	-,041	-,100	,117	-,302	,981**	,338	1	,928**	,936**	,828**	-,126	-,112	-,101	,246
	Sig. (2-tailed)	,867	,683	,634	,209	,000	,146		,000	,000	,000	,608	,648	,679	,310
	N	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
Cons_prot	Pearson Correlation	-,092	-,103	,024	-,429	,980**	-,023	,928**	1	,997**	,970**	,151	-,005	,086	-51606

	Sig. (2-tailed)	,709	,674	,922	,067	,000	,923	,000		,000	,000	,526	,984	,728	0.0198
	N	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19
Cons_energ	Pearson Correlation	-,069	-,112	-,005	-,427	,983**	,000	,936**	,997**	1	,969**	,981**	,104	-,112	-,302
	Sig. (2-tailed)	,779	,648	,984	,068	,000	,999	,000	,000		,000	,000	,672	,648	,209
	N	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19
Cons_fib	Pearson Correlation	-,109	-,126	-,132	-,467*	,910**	-,201	,828**	,970**	,969**	1	,980**	-,041	,338	,117
	Sig. (2-tailed)	,657	,608	,591	,044	,000	,396	,000	,000	,000		,000	,867	,146	,634
	N	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	19	20	19