

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

E.A.P DE MEDICINA VETERINARIA

**Efecto del incremento de la densidad energética y
proteica de la ración con harina de Cebada y de Haba
durante el período de lactación y empadre sobre el
tamaño de camada en Cobayas**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Christopher Pedro Gary Meza León

Lima – Perú

2010

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la estación experimental IVITA – El Mantaro, a fin de encontrar una ración alimenticia que incremente el tamaño de camada. Se evaluaron 253 cobayas reproductoras divididos en cuatro tratamientos, dirigidas bajo un sistema de crianza comercial alimentadas con una ración preparada con insumos locales. Los tratamientos fueron: (T0), cobayas en pozas individuales alimentadas solo con forraje verde (Rye grass italiano y trébol rojo); (T1), cobayas en pozas individuales alimentadas con forraje verde y suplementadas con harina de cebada; (T2), cobayas en pozas individuales alimentadas con forraje verde y suplementadas con harina de haba; y (T3), cobayas en pozas individuales alimentadas con forraje verde y suplementadas con harina de cebada y de haba. Todos iniciaron con su respectiva ración el día siete post parto, y terminaron el día 21 post parto, siendo destetadas y empadradas el día 14 post parto. Siendo sometidos las variables tamaño de camada (TC) y consumo de alimento (energía digestible ED y proteína cruda PC) a un análisis de regresión logística, hallándose que la inclusión de harina de cebada a una ración forrajera, incrementó la proporción de cobayas con camada mayor a tres crías en un 52% y que además el consumo de ED superior a 2.8Mcal/kg posee un mayor efecto que el consumo de PC mayor a 18%, durante esta etapa.

Palabras clave: harina de haba, harina de cebada, cobaya, tamaño de camada, suplementación energética, suplementación proteica

SUMMARY

The present study was realized on the experimental station IVITA - El Mantaro, to find a food share that increases the size of litter. Therefore 253 breeding guinea pigs were evaluated, divided in four treatments under a system of commercial breeding, it were fed with a food share prepared with local inputs. The treatments were: (T0), guinea pigs in individual boxes fed only with forage (Italian Ryegrass and Red clover); (T1), guinea pigs in individual boxes fed with forage and flour of barley; (T2), guinea pigs in individual boxes fed with forage and flour of bean; and (T3), guinea pigs in individual boxes fed with forage and flour of barley and of bean. They all initiated with their respective food share, on the seventh postpartum, and finished on the 21st postpartum, being weaned and mating on the 14th postpartum. Being submitted the variables size of litter (TC) and food consumption (digestible energy ED and crude protein PC) to an analysis of logistic regression, being found that the inclusion of flour of barley to a forage food share increased the proportion of guinea pigs with litter bigger than three whelp in 52 % and the consumption of top ED to 2.8Mcal/kg possesses a major effect that the consumption of PC bigger than 18 %, during this stage.

I. INTRODUCCIÓN

En el sistema de crianza comercial de cobayos, se busca optimizar el proceso productivo global para maximizar las ganancias del productor. El incremento en el número de crías favorece este proceso; pero esta exigencia productiva debe acompañarse de un suficiente aporte de nutrientes (Zaldívar, 1990). En tal sentido, Chauca (1997) y Zaldívar y Rojas (1970) mencionan que la suplementación con alimentos concentrados a dietas exclusivamente forrajeras mejora este parámetro reproductivo. La relación entre parámetros reproductivos y manejo alimentario es observada en diferentes especies de crianza comercial como la ovina y caprina (Bondi, 1991 y Kusina *et al.*, 2001). En éstos últimos se ha hallado que niveles ofrecidos de energía y de proteína, incrementados en un 50% más del requerido, en la dieta de las hembras antes y durante la época de empadre, influyen positivamente en la tasa de ovulación y consecuentemente incrementan el número de crías por parto (Webb *et al.*, 2004). En cobayas se postula que sometidas a un incremento de energía y de proteína antes y durante el empadre incrementa el tamaño de camada promedio (Saravia, *et al.* 1978; Aliaga, *et al.* 1984).

Jiménez (2007) menciona que en el Valle del Mantaro la alimentación de los cobayos es manejada principalmente a base de forrajes. Las asociaciones de leguminosas y gramíneas como el trébol rojo (*Trifolium pratense*) y el rye grass italiano (*Lolium multiflorum*), son una excelente fuente de proteína cruda (entre 16% a 22%), además de minerales y vitamina C, las

cuales son nutrientes necesarios en la dieta del cobayo (Saravia, 1994). Sin embargo, es necesario la suplementación de otras fuentes, como la harina de cebada (*Hordeum vulgare*) o la harina de haba (*Vicia faba*) que son insumos locales disponibles todo el año que poseen una concentración de 2.8 a 3.6 Mcal/kgMS de energía digestible (ED) (Castro, 1984; Laforé, 1999; Moreiras, *et al.* 2001) siendo considerados suplementos energéticos en raciones de cobayas. Estos suplementos energéticos son locales y de bajo costo y por lo tanto pueden ser utilizados ampliamente en la producción de cobayos.

El presente estudio se diseñó con el objetivo de evaluar la suplementación de dos suplementos energéticos, la harina de cebada y la harina de haba a la ración forrajera de cobayas, dividida en cuatro tratamientos una semana antes y durante el empadre, y hallar la ración que favorezca el incremento del tamaño de camada por encima de los niveles actuales en la zona.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Alimentación en cobayos

En la producción de cobayos, la alimentación depende básicamente de la disponibilidad y del costo de los insumos en la región, además del tipo de sistema de producción (Bustamante, 1993). En un sistema de producción familiar, la alimentación consiste sólo de residuos de cocina y algún forraje, mientras que, en un sistema de producción comercial, el productor debe derivar un 70% del costo de producción en la alimentación (Taborga, 2003). En este último sistema la ración puede ser forraje mas suplementos, o concentrado sólo con agua y vitamina C (Chauca, 1997).

Los insumos más comunes para alimentación de cobayos, se mencionan en el Cuadro 1. Sin embargo, los sistemas de producción comercial de cobayos, con un adecuado manejo de la alimentación, sólo representan el 5% de la crianza nacional de cobayos. El 95% de criadores están bajo sistemas familiares o semi-comerciales con un ineficiente manejo alimenticio (MINAG, 2004).

En el caso del valle del Mantaro, una de las principales zonas de producción de cobayos en el Perú, las crianzas están conformadas por pequeñas unidades productivas semi-comerciales, que manejan la alimentación con forraje más algún suplemento, pero los insumos utilizados y la

proporción de éstos son diferenciados entre las granjas, no existiendo un manejo sistemático de la producción como en otras especies (Coronado *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Insumos usados en la producción comercial de cobayos

FORRAJE			CONCENTRADO	
<u>Costa</u>	<u>Sierra</u>	<u>Selva</u>	<u>Proteico</u>	<u>Energético</u>
Alfalfa	Rye grass	Kudzú	Quinua	Maíz
Chala de maíz	Trébol	Maicillo	Harina de alfalfa	Sorgo
Pasto elefante	Retama	Gramalote	Pasta de algodón	Cebada
Hoja de camote	Alfalfa	Amasisa	Harina de	Polvillo de arroz
Hoja y tronco de plátano	Chala	Pasto estrella	pescado	Melaza de caña
Abadilla	Vicia	Brachiaria	Harina de sangre	Afrecho
Gramalote				Ryemalt
Gramina china				<u>Fibra</u>
				Cascara de algodón
				Coronta
				Panca de maíz

2.1.1. Requerimiento nutricional

El cobayo es un herbívoro fermentador postgástrico el cual, tiene requerimientos nutritivos específicos a pesar de su rusticidad y adaptabilidad alimenticia, los cuales deben ser tomados en cuenta en la elaboración de raciones alimenticias adecuadas para una mayor eficiencia productiva en los sistemas de crianza comercial (Gómez y Vergara, 1994). Zaldívar *et al.* (1988) han elaborado una tabla de requerimientos nutricionales para cobayos (Cuadro 2) ajustado a las condiciones de campo, pues la tabla publicada por la NRC (1978) se midió en cobayos de laboratorio (Gómez y Vergara, 1994).

El suministro de forraje verde en la ración aporta adecuadamente los requerimientos de vitaminas y minerales, en especial de agua y vitamina C, pero en un sistema de crianza comercial el aporte de proteína, energía, y fibra en la dieta, depende directamente del manejo alimenticio que realice el productor (Rico *et al.*, 1994).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales para cobayo.

NUTRIENTE	VALOR
Proteína cruda, %	20
Energía ED, Mcal/kg	2.8
Fibra, %	15
Grasa, %	1
Minerales:	
Calcio, %	1.2
Potasio, %	1.4
Magnesio, %	0.35
Fósforo, %	0.6
Cobalto, mg	0.002 ^(a)
Vitaminas:	
A, mg/kg de peso vivo	2
B1, mg/kg de ración	4-6.5
B2, mg/kg de ración	3
B6, mg/kg de ración	16
B12	(^b)
C, mg/kg de peso vivo	10
E, mg/día	1.5
K, mg/kg de ración	50
Ácido fólico, mg/kg de ración	3-6
Ácido pantoténico, mg/kg de ración	15-20
Colina, g/kg de ración	1-1.5
Niacina, mg/kg de ración	20-30

^a: Valor total por animal

^b: La síntesis bacteriana del tracto intestinal probablemente aporte la vitamina B12 requerida

Fuente: Zaldivar *et al.*, 1988

2.1.2. Suplementación energética y proteica en la reproducción

En los sistemas de producción del valle del Mantaro, las cobayas reproductoras poseen dos formas de manejo, un sistema de empadre continuo (postparto) y un sistema de empadre controlado (postdestete) (Coronado *et al.*, 2007). El empadre continuo se caracteriza por colocar el cobayo reproductor en la poza de las cobayas cuando van a parir, aprovechando de esta manera el celo postparto. Mientras que el empadre controlado se caracteriza por colocarse el cobayo reproductor en la poza de las cobayas luego del destete de los gazapos (Bustamante, 2003). En ambos casos, la alimentación es manejada a base de una ración de forraje verde o henificado (Cuadro 1) y un suplemento cuya naturaleza varía durante el año, según su disposición (Chauca, 1997).

Este manejo alimenticio cubre las necesidades de mantenimiento del animal durante todas las etapas del proceso de producción, sin embargo, se ha observado que en otras especies como la caprina y ovina, un incremento en la suplementación energética y proteica, por encima del mantenimiento, en una etapa anterior inmediata al empadre, produce un mayor número de crías al parto (Acero, 2007 y Forcada, 1992). En otros estudios Chauca *et al.* (1994) encontraron, en un sistema de empadre controlado de cobayas, que incrementando la suplementación energética con afrecho de trigo a una ración base de maíz chala, se obtuvo incrementos significativos en el tamaño de camada.

Esta influencia de los alimentos sobre el tamaño de camada, está dada principalmente por el contenido energético y proteico de la ración ofrecida en la etapa reproductiva (McDonald, 1986). En ovejas, se ha observado que el aporte de energía por encima del requerido para el mantenimiento, cinco semanas antes del empadre, disminuyó el número de atresia de los folículos más grandes (2-3 mm) en el ovario (Downing y Scaramuzzi, 1991). Este tipo de aporte produjo también concentraciones bajas de progesterona (P4) (O'Callaghan *et al.*, 2000), hormona que reduce la pulsación de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona foliculo estimulante (FSH) en la hipófisis anterior (Figura 1), por tanto ambos efectos favorecerían una mayor tasa de ovulación (Arthur *et al.*, 1991; Tanaka *et al.* 2004).

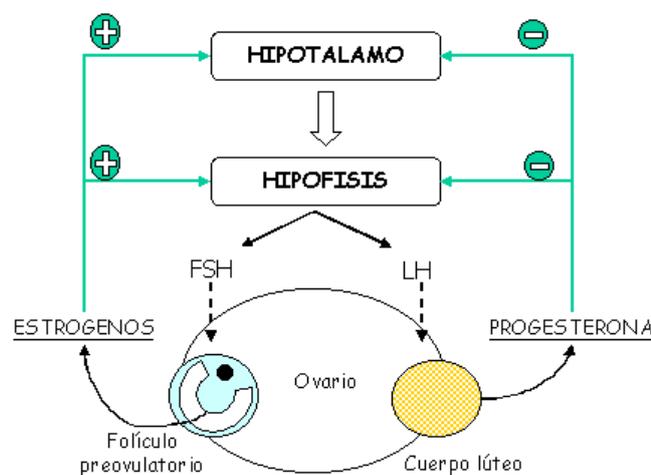


Figura 1. Esquema simple de la regulación hormonal en hembras.

Asimismo, cabras que recibieron una dieta a base de heno de alfalfa más un suplemento de proteína en un 100% de los requerimientos nutricionales, mostraron una condición corporal adecuada para el empadre (mayor a 3) y una mayor actividad ovárica, a diferencia de aquellas que no recibieron el suplemento proteico (Guerra *et al.*, 2009). Aparentemente el aporte energética y proteica favorece la presencia del factor de crecimiento análogo a la insulina (IGF-1), el cual ejerce un efecto estimulador en la formación de folículos preovulatorios (Davidson *et al.*, 2002). Martínez *et al.* (1986) y Acurero (2000) evaluaron el efecto de diferentes relaciones energía:proteína en raciones antes del empadres en ovejas, evaluando cuatro tratamientos: 1) suplemento bajo en proteína y alto en energía, 2) suplemento alto en proteína y energía, 3) suplemento alto en proteína y bajo en energía y 4) control sin suplemento. Concluyendo que la suplementación energética es de mayor importancia que la proteica en esta etapa.

2.2. Descripción de los insumos alimenticios empleados en la crianza de cobayos

En el valle del Mantaro a los cobayos generalmente se les ofrece solamente forraje como ración, sin embargo, la conveniencia de suplementarlos con productos agrícolas es evidente debido a su disponibilidad y bajo costo para el productor (Laforé, 1999). Tanto el forraje como el suplemento aportan adecuadamente el nivel de proteína y de energía requerido para la producción (Jiménez, 2007). Debido a la existencia de la estación seca (mayo a octubre) y de la estación lluviosa (noviembre a abril) en esta zona es posible que se presente estacionalidad en la producción, sin embargo, se pueden aplicar procedimientos de conservación al momento que se presenten excedentes, para su posterior utilización (Bojórquez, 1998).

2.2.1. Forraje

Debido a las características del Valle del Mantaro, como son la precipitación pluvial, el suelo, la altura y la temperatura, la presencia de forrajes se limita sola aquellas que son capaces de adaptarse a estas condiciones, y que son utilizadas para la alimentación de animales principalmente ganado vacuno, ovino y cobayos. Así tenemos entre las más conocidas el rye

grass italiano (*Lolium multiflorum*), el rye grass inglés (*Lolium perenne*), el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), alfalfa (*Medicago sativa*), el trébol rojo (*Trifolium pratense*), y el trébol blanco (*Trifolium repens*) (Malpartida, 1992; INIA, 2005).

2.2.1.1. Rye grass italiano

Es una gramínea adaptada al valle del Mantaro que soporta temperaturas mínimas de 3 a 4 C°, y es frecuentemente asociado con tréboles o alfalfa, para alimentación de animales de producción. Posee ED de 2.57 Mcal/kg MS y proteína cruda (PC) de 9.6% y además denota mas preferencia de consumo que las leguminosas, aunque posee un alto contenido de fibra (25.7%) (Aguila, 1997; Laforé, 1999). Por ello, al asociársele con las leguminosas ofrecen una buena complementación nutricional para los cobayos (Villamizar, 1983; Campos, 2003).

2.2.1.2. Trébol rojo

Es una leguminosa bien adaptada al Valle del Mantaro y se cultiva para la alimentación de ganado vacuno obteniéndose buenos rendimientos en carne y leche, debido a su alto valor proteico (PC: 22.86%) y baja fibra (8.8%). Esta características también lo hacen un excelente alimento para los cobayos (Campos, 1993). Frecuentemente es asociado con gramíneas como el rye grass italiano para compensar su baja energía (ED: 2.29Mcal/kg MS), y para disminuir el riesgo de meteorismo (Muslera y Ratera, 1991; Laforé, 1999).

2.2.2. Suplementos energéticos y proteicos

En el valle del Mantaro a pesar de que existen los recursos adecuados para una crianza comercial a gran escala, no se aprovechan debido a la falta de aplicación de tecnología ya conocidas, como la suplementación energética y proteica en etapas reproductivas, cuya práctica se puede realizar con insumos locales como la haba, la cebada, la avena y el trigo, siendo de

gran disponibilidad y de bajo costo, siendo evidente la mejora nutricional de la ración (Jiménez, 2007).

2.2.2.1. Cebada

El grano de cebada es frecuentemente utilizado en las raciones de los rumiantes como componente principal, ya que ofrece valores nutritivos que satisface la demanda energética y proteica (ED: 3.68Mcal/kg MS; PC: 13.15%), además es altamente digestible por su baja fibra (12.82%) (Laforé, 1999). Es ofrecido a los cobayos en el valle del Mantaro en forma de rastrojos o harina.

2.2.2.2. Haba

Es una leguminosa muy utilizada en la cocina, y en la alimentación animal. Posee valores energéticos y proteicos de 3.81Mcal/kg MS y 22.40%, respectivamente que la hacen muy adecuada para la suplementación en los cobayos, satisfaciendo prácticamente las demandas nutricionales (Laforé, 1999). A pesar que en las personas puede producir la enfermedad llamada favismo, en los cobayos no se ha reportado signo clínico alguno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El estudio se realizó entre enero y diciembre del 2008 en la Unidad de Investigación en Cuyes de la Estación Experimental IVITA - El Mantaro de la FMV - UNMSM, ubicada en el km 34 de la carretera Huancayo – Jauja, distrito de El Mantaro, provincia de Jauja, departamento de Junín; a una altitud de 3320 msnm, con una temperatura ambiental que oscila entre 19.9 °C y -1.8 °C y una precipitación pluvial promedio anual de 770 mm.

3.2. Animales, alimento e instalaciones

Se emplearon 253 cobayas reproductoras de la línea Perú, Andina, e Inti, todas de segundo parto, de pelaje tipo I (corto y lacio) e identificadas mediante aretes. Durante el periodo experimental (14 días) todas las cobayas fueron alojadas en pozas individuales fabricadas con madera y malla de metal manteniendo las medidas de 0.60x0.60x0.45 m, tal como se aprecia en la Figura 2. Durante el periodo de gestación (65 días aproximadamente, se las mantuvo en pozas grupales hechas del mismo material de 1.0x1.50x0.30 m con 10 cobayas cada una. Para la preparación de las raciones se dispuso de Rye grass italiano y Trébol rojo que se cosechaba diariamente de las parcelas que posee la estación experimental para uso exclusivo de los cobayos. De igual forma, la harina de haba y la harina de cebada se compraron una sola vez en

la ciudad de Jauja a un solo proveedor y en una cantidad de 208 kg cada una. La harina fue almacenada en costales, bajo sombra y sobre tarimas.



Figura 2. Pozas de alojamiento de las cobayas

3.3. Manejo del diseño experimental

Todas las cobayas seleccionadas para el experimento fueron designadas mediante sorteo a un tratamiento de los cuatro diseñados, alojándose en pozas individuales. Se inició los tratamientos siete días después de parir, ofreciéndose el forraje sobre la cama y la harina en pocillos de arcilla a las 08:00 horas (previamente pesados) durante siete días. Acabado este periodo se retiraron las crías (destete) y se colocó un cobayo reproductor en la poza (empadre), A partir de ese día la ración se duplicó durante otros siete días (debido al consumo del cobayo). Durante estos 14 días se registró el peso del forraje y la harina que fue rechazada por la cobaya, recogiendo el alimento en bolsas de plástico antes de colocarse la siguiente ración del día, y luego pesándose para su posterior análisis. Al finalizar el empadre tal como se muestra en la Figura 3, todas fueron llevadas a pozas grupales alojándose 10 cobayas en cada poza, y suministrándoles la ración común del galpón (alfalfa, trébol rojo, chala de maíz, cebada, o rye grass italiano *ad libitum*) manteniéndose esto durante todo el periodo de gestación de la cobaya (65 días aproximadamente). Cuando finalizaba la gestación el tamaño de camada fue registrado mediante el conteo de crías por cobaya el día del parto.

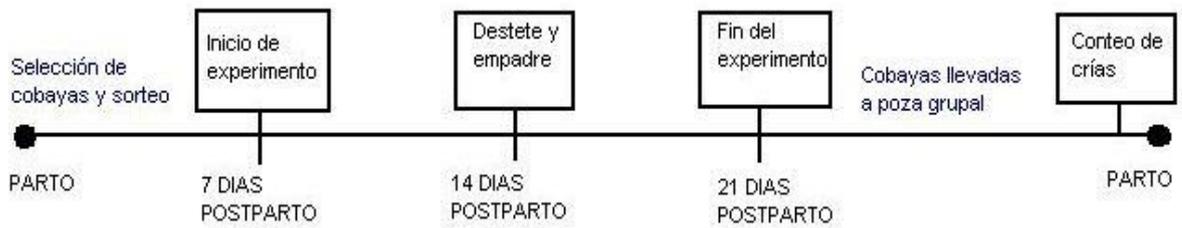


Figura 3. Esquema del experimento

3.4. Tratamientos

Se diseñaron cuatro tratamientos designados cada uno con una ración que aporten niveles proteicos y energéticos diferentes tal como se muestra en el Cuadro 3, y que son descritos a continuación:

- Tratamiento 0 (T0), consiste en una ración de 120 g de materia seca (MS) total de forraje verde de rye grass italiano y trébol rojo dispuestos en una proporción 50:50.
- Tratamiento 1 (T1), consiste en una ración de 70 g de MS total de forraje verde de rye grass italiano y trébol rojo dispuestos en una proporción 50:50 y suplementado con 50 g de harina de cebada.
- Tratamiento 2 (T2), consiste en una ración de 70 g de MS total de forraje verde de rye grass italiano y trébol rojo dispuesto en una proporción 50:50 y suplementado con 50 g de harina de haba.
- Tratamiento 3 (T3), consiste en una ración de 70 g de MS total de forraje verde de rye grass italiano y trébol rojo dispuesto en una proporción 50:50 y suplementado con 25 g de harina de cebada y 25 g de harina de haba.

Cuadro 3. Composición y aporte nutricional estimado de las raciones según tratamiento

TRATAMIENTO	T0	T1	T2	T3
Forraje verde (g MS)	120	70	70	70
Harina de cebada (g MS)	0	50	0	25
Harina de haba (g MS)	0	0	50	25
Aporte energético de la ración (Mcal ED/kg MS)	2.7	3	2.8	2.9
Aporte proteico de la ración (% PC)	18	16	20	18

3.5. Variables evaluadas

Tamaño de camada (TC). El registro del tamaño de camada se realizó mediante el conteo de crías por cobaya el día del parto. Sin embargo, para la prueba estadística fue parametrizado de la siguiente forma: $(T.C. \leq 3) \approx 0$; $(T.C. > 3) \approx 1$ y fue considerado como variable de respuesta en el análisis.

Consumo de alimento. El consumo de alimento se calculó por diferencia entre alimento ofrecido y alimento rechazado, para cada insumo empleado en las raciones durante los 14 días experimentales. Con este valor se halló el consumo energía digestible y proteína cruda consumido diario por cobaya por tratamiento. Cada tratamiento fue considerado como variable predictoría en el análisis estadístico.

3.6 Diseño experimental y Análisis estadístico

Se usó un diseño completamente al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos con 62 repeticiones cada uno, donde tratamientos, consumo de energía digestible (CED), consumo de proteína cruda (CPC) y tamaño de camada fueron sometidos a análisis de regresión logística. Tanto tratamientos como CPC y CED fueron considerados como variables predictorías por

separado, dado que están relacionadas y se asume probable multicolinealidad, condición que tiende a modificar resultados cuando las variables predictorias van juntas

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tamaño de camada

Los resultados indican que la suplementación con cebada (T1) en la ración forrajera, resultó con una mayor proporción de madres con tamaño de camada mayor a tres crías ($P < 0.05$). Además el número de crías, incrementó el promedio de camada en todos los tratamientos que fueron suplementados (Cuadro 4), similar resultado obtuvo Chauca (1994), cuando en época de empadre suplementó durante tres semanas, una ración de maíz chala con afrecho de trigo (Ración: 3.2 Mcal/kg; 16% proteína) obteniendo un incremento en el tamaño de camada promedio de 2.0 a 3.11.

Cuadro 4. Proporción de madres cuyo tamaño de camada es mayor a tres crías al final del estudio.

	Número de cobayas	Cantidad de cobayas que tuvieron un tamaño de camada ≥ 3 crías		Desviación Estándar
		N	%	
T0	62	19	30	0.464
T1	65	34	52	0.503
T2	63	30	47	0.503
T3	63	24	38	0.489

Existen otras especies que también mejoran sus índices reproductivos con la suplementación, como fue demostrado por Kusina *et al.* (2001) cuando emplearon raciones suplementadas con concentrados energéticos (0.25 Mcal EM/kg) y obtuvieron un incremento en la tasa de parición de gemelos en caprinos. En otro estudio Forcada *et al.* (1992) lograron mejorar la tasa de ovulación de ovinos de 1.56 a 1.73 cuando incrementaron en 1.7 veces las necesidades de mantenimiento.

Entonces esto sugiere que en los cobayos que reciben además de forraje, una suplementación energética (mayor a 2.9 Mcal/kg) y proteica (16% de la ración), evidenciaran un efecto favorable en la tasa ovulatoria y por ende en el tamaño de camada.

4.2. Consumo de alimento

El aporte nutricional de cada ración fue estimado con la información obtenida para cada insumo alimenticio (Cuadro 5) y se presenta en el Cuadro 6, donde se hace una comparación con información de dos tablas de requerimientos. Lo resaltante es que la ración del tratamiento 1, importante por mejorar el tamaño de camada, satisface las necesidades energéticas más no las proteicas. Esto concuerda con estudios realizados por Martínez *et al.* (1986) y Acurero (2000) en ovinos que habiendo diseñado cuatro tratamientos con raciones de diferentes proporciones de suplementos energéticos y proteicos concluyeron que la suplementación energética es de mayor importancia que la proteica en esta etapa.

Cuadro 5. Contenido energético y proteico por insumo alimenticio.

Insumo alimenticio	Coefficiente de digestibilidad de MS (%)	Contenido de energía digestible (Mcal ED/kg MS)	Contenido de proteína cruda (%)
Forraje: 50% rye grass italiano + 50% trébol rojo	62	2.73	18.75
Harina de cebada	79	3.48	13.5
Harina de haba	67	2.95	22.4

Cuadro 6. Comparación entre aporte proteico y energético de raciones por tratamiento y requerimiento de cobayas reproductoras.

Tratamiento	T0	T1	T2	T3	Requerimiento 1	Requerimiento 2
Aporte proteico (%PC)	18.8	16.4	20.3	18.4	19	18-22
Aporte energético (Mcal ED/kg MS)	2.73	3.04	2.82	2.93	2.95	3

Requerimiento 1 tomado de la tabla de Vilchez (2006).

Requerimiento 2 tomado de la tabla de Caycedo (1992).

El consumo como se observa en el Cuadro 7, es mayor cuando la ración es netamente forrajera (T0) y es comprensible por que el aporte de nutrientes podría llegar a satisfacerse a costa de maximizar el consumo. Cuando se suplementó con concentrados el consumo se redujo aproximadamente en 6% y la proporción forraje concentrado fue de aproximadamente 63:37. La inclusión de harina de haba en el suplemento (T2 y T3) disminuyó su consumo, lo cual evidencia su menor preferencia y consumo de este insumo en los cuyes, provocando un menor aporte de energía y ausencia de respuesta en mejorar el tamaño de camada.

Cuadro 7. Consumos promedio individuales de alimento y nutrientes por tratamiento.

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Consumo de MS (g/cuy/día)				
Total	116.2	109.2	108.4	108.3
Concentrado	0	43.5	41.2	40.7
Forraje verde	116.2	65.7	67.2	67.6
Consumo de proteína cruda (%)	20	18	21	19
Consumo de energía digestible (Mcal ED/kg/día)	2.5	3	3	2.7

Además el tratamiento cuya ración mejoró la respuesta en tamaño de camada fue aquel que permitió el mayor consumo de energía, pero opuestamente el menor consumo de proteína. Esto sugiere que un mayor consumo de energía se corresponde con un incremento en el tamaño de camada, en cuyes. Una probable explicación a cómo una ración adecuada en energía, pero deficiente en proteína (T1), respecto a lo requerido en cuyes, puede alcanzar resultados favorables en tamaño de camada. Es que los cuyes se adecuan a un amplio rango de aporte

proteico en la ración (16 a 20%), debido a su capacidad de reciclar proteína mediante digestión fermentativa postgástrica y la cecotrofia (Cheeke, 1995).

V. CONCLUSIONES

- La inclusión de harina de cebada a una ración forrajera en E.E. IVITA – Mantaro, antes y durante el empadre, incrementó la proporción de cobayas con camada mayor a tres en un 52% de forma significativa ($P < 0.05$).
- El consumo de energía digestible, en cantidades superior a 2.8Mcal/kg posee un mayor efecto en la cobaya, que el consumo superior a 18% de proteína cruda ($P < 0.05$), durante esta etapa.

VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. Acero R. 2007. Evaluación de dos estrategias de alimentación en ganado caprino: vigorización energética (*flushing*) en hembras reproductoras y uso de *Calliandra calothyrsus* en cabros destetados. Tesis para Maestría en Ciencias. San Juan: Universidad de Puerto Rico. 76 p.
2. Acurero M. (2000). Estrategias de suplementación en ovejas. Centro de investigaciones Agropecuarias del Estado de Zulia. FONAIAP Divulga N°66
3. Aguila CH. 1997. Pastos y empastadas. 8ª ed. Chile: Editorial Universitaria. p. 216, 217, 244, 245.
4. Aliaga L, Rodríguez H, Borja A, Núñez E. 1984. Sistema de empadre con *flushing* en cuyes. En: VII Reunión científica anual de la Asociación de Producción Animal (APPA) Lima: APPA.
5. Arthur GH, Noakes DE, Pearson H. 1991. Reproducción y obstetricia en veterinaria. 6 ed. Madrid: McGraw-Hill. 150 p.
6. Bojórquez C. 1998. Producción de pastos cultivados en tres zonas agroecológicas de la Sierra central. Rev. Inv. Pec. 9(1): 20-31.
7. Bondi A .1991. Nutrición Animal. 1ª ed. Zaragoza: Acribia. 546 p.
8. Bustamante J. 1993. Producción de cuyes. 1º ed. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 259 p.

9. Campos JA. 2003. Digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación de cuyes. Tesis para Ingeniero Agrónomo. Cochabamba. Univ. Mayor de San Simón. 73 p.
10. Castro C. 1984. Tablas de composición de alimentos peruanos usados en el racionamiento animal. Tesis para Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos.
11. Caycedo VA. 1992. Investigaciones en cuyes. III Curso latinoamericano de producción de cuyes. Lima, Perú. UNA La molina. 85 p.
12. Chauca L, Zaldivar A, Muscari G, Higaonna O, Gamarra M, Florian A. 1994. Efecto del flushing energético sobre la eficiencia reproductiva en cuyes. En: Proyecto de sistemas de producción de cuyes. Lima: INIA. 97 p
13. Chauca L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma: FAO. 78 p.
14. Cheeke P. 1995. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza: Acribia. 429 p.
15. Coronado M, Fabián C, Huamán M, Hurtado J, Linares ML. 2007. Manual técnico para crianza de cuyes en el valle del Mantaro. 1° ed. Huancayo: Coordinadora Rural. 47 p.
16. Davidson RT, Chamberlain CS, Bridges TS, Spicer LJ. 2002. Effect of follicle size on in vitro production of steroids and insulin-like growth factor IGF-I, IGF-II and the IGF-binding proteins by equine ovarian granulosa cells. Biol. Reprod. 66: 1640-1648.
17. Downing JA, Scaramuzzi RJ. 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. Journal of Reproduction and Fertility. (Suppl.43): 209-227.
18. Forcada F, Abecia A, Zarazaga L, Lozano J. 1992. Influencia del plano de alimentación sobre los parámetros reproductivos en ovejas de reducido nivel ovulatorio. Archivo zootécnico 41: 113-120.
19. Gómez C, Vergara V. 1994. Fundamentos de la nutrición y la alimentación. En: Serie guía didáctica: crianza de cuyes. Lima: INIA-CIID. p 27-35.

20. Guerra M, Meza C, Sanchez T, Gallegos J, Torres G, Pro M. 2009. IGF-1 y actividad ovárica de cabras en condición corporal divergente y con un suplemento divergente y con un suplemento de proteína no degradable en rumen. *Agrociencia* 43: 241-247
21. [INIA] Instituto Nacional de Investigación Agraria. 2005. Boletines: Zonificación de cultivo de alcachofa en el departamento de Junín. [internet], [5 enero 2008]. Disponible en: www.inia.gob.pe.
22. Jiménez R. 2007. Uso de insumos agrícolas locales en la alimentación de cuyes en valles interandinos. En: XX reunión ALPA. Cusco: Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 15(1): 221-232
23. Kusina NT, Chinuwo T, Hamudikuwanda H, Ndlovu LR, Muzanenhama S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency os estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Rumin. Res.* 39(3): 283-288
24. Laforé M. San Martin F, Custodio F, Arbaiza T, Cárcelen F. 1999. Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro. *Rev. Inv. Vet. Perú* 10(2): 74-78.
25. Malpartida E. 1992. Pasturas, Establecimiento y Manejo. En: Manual de Forrajes para Zonas Áridas y Semiáridas Andinas. Lima: RERUMEN
26. Martínez de Acuero M, Mazzarri G, Rodríguez J, Quintana H, y Chicco C. 1986. Suplementación energética y proteica pre-servicio en ovejas west african. *Zootecnia Tropical.* 4(1 y 2): 19-28.
27. McDonald P, Edwards R, Greenhalgh J. 1986. Nutrición animal. 3^{ra} ed. Zaragoza: Acribia. 518p.
28. [MINAG] Ministerio de agricultura. 2004. Sector Agrario: Cuyes. Lima. [internet], [8 enero 2008] Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/cuyes.html>
29. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado M. 2001. Tablas de Composición de Alimentos. Madrid: Pirámide

30. Muslera P E, Ratera G C. 1991. Praderas y forrajes Producción y aprovechamiento. 2^{da} ed. Madrid: Mundi-Prensa.
31. [NRC] National Research Council. 1978. Nutrient requeriments of laboratoy animals. 33 ed. Washington. D.C., National Academy of Science. 96 p.
32. O'Callaghan D, Yaakub H, Hyttel P, Spicer LJ, Boland MP. 2000. Effect of nutrition and superovulation on oocyte morphology, follicular fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*. (Suppl.118):303-313
33. Rico NE, Azuga SM, Holting G. 1994. Alimentación en cuyes. En: Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia (Mejocuy). Universidad Mayor de San Simón. Boletín Técnico N° 1. p 3-18.
34. Saravia J. 1994. Avances de investigación en alimentación de cuyes. En: serie guía didáctica: crianza de cuyes: Lima. INIA-CIID p. 17-26.
35. Saravia J, Chauca L. Sánchez S. 1978. Comparativo de dos sistemas de alimentación en cuyes (*Cavia porcellus*). En: Ministerio de Alimentación. DGI. Avances de Investigación N° 1-2.
36. Taborga S. 2003. Costos de alimentación en cuyes en dos poblaciones de producción cárnica en campo y estación experimental. Tesis para Ingeniero Agrónomo. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón. 112 p.
37. Tanaka T, Fujiwara K, Kamomae H, Kim S, Kaneda Y. 2004. Ovarian and hormonal responses to progesterone – releasing controlled internal drug releasing treatment in dietary restricted goats. *Animal Reproduction Science* 84 (1-2): 135-146
38. Vilchez C. 2006. Resumen de curso: Formulación de raciones al minimo costo para alimentación de cuyes de exportación. UNALM
39. Villamizar F. 1983. *Poa pratensis* En: Pastos y forrajes. Instituto Colombiano Agropecuario. Ministerio de Agricultura-Asistencia Técnica N° 10:143.

40. Webb R, Gamsworthy PC, Gong JG, Armstrong DG. 2004. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science* 82(Suppl. E): E63–E74
41. Zaldívar M. 1990. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes en el Perú. En: Informe final. FASE I. INIA-CIID. 96 p.
42. Zaldívar M, Rojas S. 1970. Tratamiento dietético en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Ministerio de Alimentación. Investigaciones agropecuarias del Perú 1(2): 7–13
43. Zaldívar M, Chauca L, Muscari L. 1988. Características básicas del cuy. En: INIA, Programa de cooperación Técnica, oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Santiago de Chile: FAO. p 20-37

VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Datos obtenidos en el experimento

Tratamiento	Tamaño de camada al final del experimento	Consumo de proteína cruda (g/cuy/día)	Consumo de energía digestible (Mcal/cuy/día)	Variación de crías antes y después del experimento
0	3	11.02	0.1604	0
0	3	10.67	0.1554	0
0	3	11.09	0.1615	-1
0	3	10.51	0.1531	0
0	2	10.48	0.1526	0
0	4	10.65	0.1550	1
0	3	11.03	0.1606	1
0	3	11.15	0.1623	-1
0	4	11.09	0.1615	1
0	4	10.51	0.1531	0
0	3	10.65	0.1550	0
0	3	11.25	0.1638	1
0	2	10.02	0.1459	-2
0	4	11.04	0.1607	2
0	4	11.25	0.1638	-1
0	3	10.94	0.1593	0
0	2	11.08	0.1613	1
0	3	10.96	0.1595	0
0	3	10.81	0.1574	0
0	3	10.82	0.1576	0
0	1	11.14	0.1621	-3
0	3	10.38	0.1511	0
0	2	11.25	0.1638	-2
0	3	11.01	0.1603	-1
0	3	11.03	0.1606	0
0	3	10.67	0.1553	0
0	2	10.51	0.1531	-1
0	3	11.08	0.1613	1
0	3	11.09	0.1615	0
0	3	11.52	0.1677	0
0	3	11.19	0.1629	0
0	2	11.25	0.1638	-1
0	3	10.35	0.1507	-1
0	4	11.25	0.1638	1
0	3	10.53	0.1533	-1
0	3	11.25	0.1638	0
0	4	10.59	0.1542	0
0	2	10.56	0.1538	-1
0	4	11.14	0.1622	0
0	3	11.25	0.1638	-1
0	3	11.15	0.1623	0
0	4	11.25	0.1638	0
0	3	11.06	0.1611	-1

0	2	10.83	0.1578	0
0	4	11.04	0.1608	0
0	4	10.97	0.1597	-1
0	3	10.85	0.1580	0
0	4	10.98	0.1598	0
0	3	11.20	0.1630	-2
0	4	10.96	0.1595	1
0	4	10.88	0.1583	0
0	3	11.10	0.1616	-1
0	2	11.23	0.1635	0
0	3	11.18	0.1628	0
0	3	10.32	0.1503	0
0	4	10.43	0.1519	2
0	4	10.51	0.1531	0
0	4	10.78	0.1570	2
0	4	10.78	0.1570	2
0	3	10.60	0.1543	0
0	2	10.61	0.1544	-1
0	4	10.65	0.1550	1
1	3	8.60	0.1485	0
1	4	8.51	0.1468	1
1	3	8.42	0.1449	-1
1	3	8.01	0.1348	1
1	3	9.06	0.1544	1
1	4	9.08	0.1554	1
1	4	9.01	0.1536	0
1	4	9.25	0.1588	1
1	5	9.38	0.1619	1
1	3	8.88	0.1505	2
1	3	8.87	0.1515	0
1	4	8.18	0.1416	1
1	3	8.31	0.1423	1
1	2	9.09	0.1567	-2
1	4	8.91	0.1545	1
1	4	8.89	0.1498	1
1	5	9.11	0.1539	2
1	4	8.63	0.1465	3
1	3	8.87	0.1494	0
1	4	9.12	0.1537	0
1	4	9.36	0.1588	0
1	3	9.56	0.1636	0
1	4	9.71	0.1660	1
1	4	9.27	0.1571	-1
1	4	9.35	0.1584	1
1	2	8.73	0.1475	-1
1	3	8.54	0.1451	1
1	4	9.22	0.1568	0
1	2	9.52	0.1622	0
1	2	9.47	0.1612	-1
1	2	9.34	0.1580	-1
1	3	9.07	0.1525	0
1	4	9.35	0.1588	1
1	4	8.21	0.1413	1

1	4	9.17	0.1580	0
1	4	7.87	0.1349	1
1	5	9.80	0.1683	0
1	3	9.26	0.1566	0
1	4	9.72	0.1665	0
1	4	8.54	0.1451	0
1	4	9.22	0.1568	0
1	4	9.30	0.1581	0
1	3	9.52	0.1622	0
1	3	9.55	0.1625	0
1	3	9.15	0.1535	-1
1	4	9.02	0.1523	0
1	4	9.21	0.1552	1
1	3	9.19	0.1558	0
1	4	9.36	0.1620	0
1	5	9.27	0.1598	0
1	3	9.57	0.1640	0
1	3	9.29	0.1596	1
1	3	9.22	0.1564	1
1	4	9.00	0.1537	0
1	3	7.85	0.1352	0
1	3	9.86	0.1692	0
1	5	9.30	0.1576	1
1	4	9.04	0.1530	2
1	2	9.13	0.1545	0
1	3	8.57	0.1437	1
1	2	8.69	0.1454	-1
1	2	7.72	0.1251	-1
1	3	9.29	0.1590	0
1	4	9.31	0.1604	1
1	4	9.32	0.1610	1
2	3	10.38	0.1458	0
2	6	11.40	0.1584	2
2	3	11.25	0.1572	1
2	4	10.08	0.1417	1
2	4	11.47	0.1601	2
2	4	11.61	0.1620	0
2	3	9.88	0.1387	2
2	3	9.99	0.1406	0
2	4	11.31	0.1578	1
2	3	10.66	0.1492	0
2	4	10.40	0.1459	0
2	4	10.85	0.1517	1
2	5	11.50	0.1598	1
2	3	11.13	0.1546	1
2	5	11.95	0.1663	2
2	3	10.86	0.1520	0
2	4	11.67	0.1628	3
2	4	11.36	0.1583	0
2	2	11.02	0.1541	-1
2	5	11.86	0.1653	1
2	3	11.39	0.1587	-2
2	3	11.92	0.1661	0

2	5	11.56	0.1614	0
2	4	11.51	0.1601	0
2	4	11.77	0.1640	1
2	3	11.36	0.1583	1
2	3	11.39	0.1588	0
2	3	11.63	0.1619	0
2	4	10.40	0.1461	1
2	4	12.03	0.1675	0
2	2	10.59	0.1481	-1
2	3	9.91	0.1396	1
2	3	11.49	0.1602	0
2	4	11.23	0.1565	1
2	3	11.34	0.1580	0
2	4	10.40	0.1448	0
2	3	11.28	0.1571	0
2	3	9.93	0.1385	0
2	4	11.41	0.1589	0
2	3	12.10	0.1685	0
2	4	11.52	0.1609	0
2	3	12.08	0.1682	0
2	3	11.10	0.1553	-2
2	4	11.33	0.1583	0
2	3	11.12	0.1552	-1
2	4	10.78	0.1506	0
2	4	10.63	0.1477	0
2	4	10.48	0.1465	1
2	4	9.51	0.1333	0
2	4	10.90	0.1523	0
2	4	11.67	0.1627	0
2	3	10.98	0.1533	0
2	5	12.08	0.1682	0
2	5	11.23	0.1565	2
2	3	11.21	0.1562	1
2	3	10.17	0.1425	0
2	1	10.82	0.1512	-3
2	3	10.56	0.1476	1
2	3	8.39	0.1194	-1
2	1	8.50	0.1204	-2
2	3	9.53	0.1341	0
2	3	8.91	0.1263	0
2	3	9.03	0.1281	0
3	3	9.66	0.1475	0
3	4	10.52	0.1613	0
3	4	9.80	0.1497	1
3	3	9.10	0.1381	0
3	4	10.01	0.1527	0
3	4	9.47	0.1438	2
3	4	9.29	0.1410	1
3	3	10.15	0.1552	2
3	4	10.04	0.1547	2
3	5	9.48	0.1450	2
3	2	10.01	0.1531	0
3	4	10.25	0.1573	0

3	3	9.57	0.1471	0
3	4	10.78	0.1655	0
3	3	9.00	0.1371	0
3	2	10.16	0.1557	-3
3	4	9.62	0.1467	1
3	3	9.92	0.1512	0
3	3	9.75	0.1484	0
3	3	11.01	0.1693	0
3	5	10.80	0.1658	0
3	4	10.80	0.1661	0
3	4	10.99	0.1689	0
3	3	9.90	0.1518	1
3	2	10.44	0.1598	1
3	4	8.83	0.1349	0
3	3	10.01	0.1527	1
3	3	9.54	0.1449	1
3	3	9.34	0.1418	0
3	2	10.55	0.1616	-1
3	3	10.42	0.1595	0
3	3	10.06	0.1535	0
3	2	10.10	0.1547	-2
3	4	10.05	0.1537	0
3	3	10.21	0.1564	0
3	3	8.98	0.1368	1
3	2	9.63	0.1468	-2
3	3	10.48	0.1606	0
3	4	10.83	0.1664	0
3	2	9.44	0.1444	-2
3	4	9.77	0.1494	0
3	4	10.15	0.1550	1
3	3	10.40	0.1591	0
3	3	9.35	0.1421	0
3	5	10.10	0.1547	0
3	3	9.35	0.1421	0
3	3	9.89	0.1509	0
3	3	9.65	0.1472	0
3	4	9.69	0.1492	0
3	4	10.48	0.1606	0
3	4	10.48	0.1609	0
3	3	9.67	0.1478	-1
3	3	9.96	0.1527	0
3	3	9.32	0.1423	0
3	3	9.66	0.1471	1
3	4	8.66	0.1305	2
3	3	10.18	0.1557	0
3	5	10.47	0.1607	1
3	2	9.88	0.1513	0
3	3	9.68	0.1479	0
3	1	10.51	0.1610	-1
3	3	10.59	0.1627	0
3	3	10.83	0.1663	0