

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**



**“SUPLEMENTACIÓN DE β - CAROTENO EN DIETAS BALANCEADAS CON
EXCLUSIÓN DE FORRAJE PARA CUYES (*Cavia porcellus*) HEMBRAS EN ETAPA DE
REPRODUCCIÓN”**

Presentada por:

CARLA PAOLA BUSTIOS MENDOZA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

Lima - Perú

2017

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Carlos y Leonor, quienes me brindaron todo su amor y apoyo incondicional para lograr mis metas.

Y a Renato por su apoyo, paciencia y confianza durante este recorrido.

Carla Paola Bustios Mendoza

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria La Molina: Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia, Docentes y Personal Administrativo.

A mi patrocinador Mg. Sc. Ing. Víctor Vergara Rubín por su orientación y apoyo brindado en la realización del presente trabajo.

A la Ingeniera Lili Chauca del Programa Nacional de Investigación de Cuyes (INIA) por sus consejos, orientación y apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Jurado: Ph.D. Mariano Echevarria, Ph.D. Victor Guevara, Mg. Sc. Ing. Víctor Hidalgo, por su orientación durante la revisión del presente trabajo de investigación.

A los Docentes y Catedráticos de la Maestría de Nutrición quienes directamente han influenciado en mi profesión gracias a sus conocimientos impartidos para el desarrollo profesional.

A la Dra. Meylin Huamán y la Ing. Isabel Remigio, por su orientación en la primera etapa de la investigación. A Ferggie Bernaola por su colaboración y apoyo durante la segunda etapa de la investigación.

Al personal que labora en el Programa Nacional de Investigación de Cuyes (INIA), en el cual se realizó la investigación, en especial al Sr. Cuper, por brindarme toda la ayuda posible durante la ejecución de la presente investigación.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
	2.1. Aspectos Reproductivos del Cuy.....	2
	2.1.1. Empadre.....	2
	2.1.2. Fertilidad.....	2
	2.1.3. Gestación.....	3
	2.1.4. Parto.....	3
	2.1.5. Tamaño de Camada.....	4
	2.1.6. Lactación y Destete.....	4
	2.2. Aspectos Productivos del Cuy.....	5
	2.2.1. Peso al Nacimiento.....	5
	2.2.2. Peso al Destete.....	5
	2.2.3. Mortalidad.....	6
	2.3. Requerimientos Nutricionales del Cuy.....	7
	2.3.1. Requerimiento de Energía.....	8
	2.3.2. Requerimiento de Proteína.....	8
	2.3.3. Requerimiento de Fibra.....	9
	2.3.4. Requerimiento de Vitaminas y Minerales.....	9
	2.3.5. Agua.....	10
	2.4. Sistemas de Alimentación.....	11
	2.4.1. Alimentación con Forraje.....	11
	2.4.2. Alimentación Mixta.....	12
	2.4.3. Alimentación Integral.....	12

2.5.	- caroteno.....	14
2.5.1.	Efectos del - caroteno	15
2.5.2.	Contenido de - caroteno en Diferentes Forrajes.....	17
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1.	Experimento 1.....	18
3.1.1.	Materiales.....	18
3.1.1.1.	Lugar y fecha de Ejecución.....	18
3.1.1.2.	Animales.....	19
3.1.1.3.	Instalaciones.....	19
3.1.1.4.	Tratamientos.....	20
3.1.1.5.	Dietas Experimentales.....	20
3.1.2.	Métodos.....	23
3.1.2.1.	Manejo de los animales y Controles.....	23
3.1.2.2.	Alimentación de los animales.....	23
3.1.2.3.	Controles y Parámetros.....	24
3.1.2.4.	Sanidad y Mortalidad.....	26
3.1.2.5.	Análisis Estadísticos.....	26
3.2.	Experimento 2.....	27
3.2.1.	Materiales.....	27
3.2.1.1.	Lugar y fecha de Ejecución.....	27
3.2.1.2.	Animales.....	28
3.2.1.3.	Instalaciones.....	28
3.2.1.4.	Tratamientos.....	28
3.2.1.5.	Dietas Experimentales.....	29
3.2.2.	Métodos.....	29
3.2.2.1.	Manejo de los animales y Controles.....	29
3.2.2.2.	Alimentación de los animales.....	29
3.2.2.3.	Controles y Parámetros.....	30
3.2.2.4.	Sanidad y Mortalidad.....	30
3.2.2.5.	Análisis Estadísticos.....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.	Experimento 1.....	32

4.1.1. Parámetros Reproductivos.....	32
4.1.2. Parámetros Productivos.....	36
4.1.3. Consumo de Alimento.....	39
4.1.4. Análisis de Costos.....	41
4.2. Experimento 2.....	43
4.2.1. Parámetros Reproductivos.....	43
4.2.2. Parámetros Productivos.....	48
4.2.3. Consumo de Alimento.....	51
4.2.4. Análisis de Costos.....	54
V. CONCLUSIÓN.....	57
VI. RECOMENDACIONES.....	58
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	59
VIII. ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Requerimientos Nutricionales del Cuy.....	7
CUADRO 2.	Composición porcentual y valor nutritivo estimado de las dietas crecimiento.....	21
CUADRO 3.	Composición porcentual y valor nutritivo estimado de las dietas experimentales.	22
CUADRO 4.	Análisis Químico Proximal de las dietas reemplazo y experimentales.....	24
CUADRO 5.	Parámetros Reproductivos según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera).	33
CUADRO 6.	Parámetros Productivos según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera).	37
CUADRO 7.	Consumo promedio total de Materia Seca (MS), según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera).	40
CUADRO 8.	Costo total de alimentación por cuy hembra en nuevos soles, según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera).	42
CUADRO 9.	Costo total de alimentación por cuy destetado en nuevos soles, según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera).	42

CUADRO 10. Parámetros Reproductivos según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano).	44
CUADRO 11. Parámetros Productivos según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano).	49
CUADRO 12. Consumo promedio total de Materia Seca (MS), según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano).	52
CUADRO 13. Costo total de alimentación por cuy hembra en nuevos soles, según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano).....	55
CUADRO 14. Costo total de alimentación por cuy destetado en nuevos soles, según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano).....	55

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I.	Rangos de temperatura en el galpón.....	70
ANEXO II.	Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 1 – Integral + Forraje (Experimento 1)	71
ANEXO III.	Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 1)	72
ANEXO IV.	Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 3 – Integral + - caroteno (Experimento 1)	73
ANEXO V.	Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 1 - Integral + Forraje (Experimento 1)	74
ANEXO VI.	Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 1)	75
ANEXO VII.	Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 3 - Integral + - caroteno (Experimento 1)	76
ANEXO VIII.	Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 1 - Integral + Forraje (Experimento 1)	77
ANEXO IX.	Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 1)	78

ANEXO X.	Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 3 - Integral + - caroteno (Experimento 1)	79
ANEXO XI.	Mortalidad de las madres en los tratamientos (Experimento 1)	80
ANEXO XII.	Consumo promedio de alimento balanceado por tratamiento en materia seca (M.S.) Experimento 1	81
ANEXO XIII.	Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 1 – Integral + Forraje (Experimento 2)	82
ANEXO XIV.	Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 2)	83
ANEXO XV.	Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 3 – Integral + - caroteno (Experimento 2)	84
ANEXO XVI.	Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 1 - Integral + Forraje (Experimento 2)	85
ANEXO XVII.	Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 2)	86
ANEXO XVIII.	Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 3 - Integral + - caroteno (Experimento 2)	87
ANEXO XIX.	Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 1 - Integral + Forraje (Experimento 2)	88
ANEXO XX.	Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 2)	89
ANEXO XXI.	Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 3 - Integral + - caroteno (Experimento 2)	90

ANEXO XXII.	Mortalidad de las madres en los tratamientos (Experimento 2)	91
ANEXO XXIII.	Consumo promedio de alimento balanceado por tratamiento en materia seca (M.S.) Experimento 2.....	92
ANEXO XXIV.	Protocolo de necropsia repetición eliminada.....	93
ANEXO XXV.	Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Reproductivos (1er Parto).....	94
ANEXO XXVI.	Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Productivos (1er Parto).....	95
ANEXO XXVII.	Cuadrado Medio y Significancia de los Consumos de Alimento (1er Parto).....	96
ANEXO XXVIII.	Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Reproductivos (2do Parto).....	97
ANEXO XXIX.	Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Productivos (2do Parto).....	98
ANEXO XXX.	Cuadrado Medio y Significancia de los Consumos de Alimento (2do Parto).....	99
ANEXO XXXI.	Imágenes fotográficas.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Cuyes hembras en la etapa pre-experimental.....	100
FIGURA 2.	Cuyes hembras en la etapa experimental.....	100
FIGURA 3.	Galpón 4 – Lugar de ejecución.....	101
FIGURA 4.	Pozas de los animales.....	101
FIGURA 5.	Comederos de arcilla.....	101
FIGURA 6.	Bebedores de arcilla.....	102
FIGURA 7.	Tratamiento 1 (forraje + concentrado).....	102
FIGURA 8.	Tratamiento 2 (concentrado).....	102
FIGURA 9.	Tratamiento 3 (concentrado + - caroteno).....	103
FIGURA 10.	Dietas Experimentales.....	103
FIGURA 11.	Distribución de los animales en pozas.....	103
FIGURA 12.	Alimentación ad libitum.....	104
FIGURA 13.	Agua ad libitum.....	104
FIGURA 14.	Nacimiento normal.....	104
FIGURA 15.	Traslado de madres y crías para registro y pesado.....	105

FIGURA 16.	Peso y registro al nacimiento de las crías.....	105
FIGURA 17.	Aretado de las crías al nacimiento.....	105
FIGURA 18.	Peso de las crías al destete.....	106
FIGURA 19.	Peso de las madres al parto y al destete.....	106
FIGURA 20.	Crías del tratamiento 1 (forraje).....	106
FIGURA 21.	Crías del tratamiento 2 (concentrado).....	107
FIGURA 22.	Crías del tratamiento 3 (concentrado + - caroteno).....	107
FIGURA 23.	Uso de cerca gazapera para proteger a las crías.....	107

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la suplementación de β -caroteno en dietas con exclusión de forraje de cuyes hembras en etapa reproductiva, como una alternativa a las dietas mixtas. Así como a la solución al uso de dietas integrales, que no dieron buenos resultados en sus parámetros reproductivos y productivos. La investigación se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación en Cuyes del INIA. La evaluación se dividió en dos experimentos: Experimento I, tuvo lugar en estación de primavera (octubre – diciembre), se trabajó con 36 hembras de 2 meses de edad, desde el empadre al destete de su primer parto y Experimento II, que tuvo lugar en la estación de verano (Enero – Abril), donde se trabajó con las hembras en su segundo parto. El diseño estadístico utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), que comprendió tres tratamientos, T1 (integral + forraje), T2 (integral) y T3 (integral + β -caroteno). De los resultados obtenidos en el primer parto, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para los parámetros productivos y reproductivos. En el segundo parto a pesar de ser resultados por debajo de lo normal, influenciado por el verano, tampoco se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para ambos parámetros, con excepción del peso de las madres al destete donde hubo diferencias de los animales de T1 y T3 (forraje y β -caroteno respectivamente) con los animales de T2 (integral), esto pudo ser debido al menor consumo de alimento, pero aun así se pudo observar que los mejores resultados los obtuvieron las que consumieron forraje y β -caroteno en sus dietas, lo cual nos indica el efecto del β -caroteno. Para el consumo de materia seca tanto en el primer y segundo parto, si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con inclusión y exclusión de forraje, siendo mayor en el primero por el aporte de forraje. Por lo que se concluye que, los resultados obtenidos del segundo parto fueron afectados por la estación de verano y el rol importante que cumple la suplementación de β -caroteno como antioxidante, ya sea natural o sintético, en la etapa reproductiva en cuyes.

Palabras claves: β -caroteno, cuyes hembras, reproducción, primavera, verano.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the β -carotene supplementation in guinea pigs non-forage diets on reproductive stage, like an alternative to mixed diets (concentrate + forage). And also like a solution to non-forage diets, which were not successful on reproductive and productive parameters. The study was done at Guinea Pigs Investigation Program premises (INIA). The evaluation was divided in two experiments: Experiment I, has been done in spring (October – December), working with 36 females guinea pigs of two months of age, since first mating to first calving/weaning and Experiment II has done in summer (January - April), where it was worked with the same animals in their second calving. The statistical design used was a Completely Randomized Design (CRD) that included three treatments: T1 (concentrate + forage), T2 (non-forage diets) and T3 (non-forage diets + β -carotene). Of the obtained results, on first birth, no statistical differences were found between treatments for reproductive and productive parameters. On second birth, despite being below normal results, influenced by summer, did not show statistical differences between treatments for reproductive and productive parameters, except for females weaning weights, where there was statistical differences in the animals of the T1 y T3 (forage and β -carotene respectively) with the animals of the T2 (non-forage diet), this may have been to the low feed intake, but nevertheless it was observed that the best results were obtained by the animals that were fed with forage and β -carotene. For the dry mater consumption, on first and second birth statistical differences were found between treatments with inclusion and exclusion of forage, being higher the first one for the forage sumistration. In conclusion, the obtained results of the second birth have been affected by summer but also was observed the important role that plays the β -carotene supplementation like antioxidant, as either natural or synthetic, on reproductive stage in guinea pigs.

Key words: β -carotene, female, guinea pigs, reproduction, spring, summer

I. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de pastos y forrajes, es un factor importante para alcanzar rendimientos productivos y reproductivos adecuados en la crianza de cuyes, ya que su exclusión genera problemas carenciales en los individuos y restringe el crecimiento de las granjas. Esta problemática fue afrontada buscando una alternativa de alimentación solo con el uso de concentrado sin forraje verde (integral) que cubra los requerimientos de los cuyes. Este sistema de alimentación tiene un efecto positivo en cuyes en crecimiento, pero en la etapa reproductiva aún no se encuentra como alternativa viable, por la frecuencia de abortos y nacidos muertos que produce la exclusión de forraje, cuyas causas aún no son conocidas.

Al igual que la Vitamina C, que tiene que ser suplementada en el concentrado en dietas con exclusión de forraje, porque el cuy no puede sintetizarla por falta de la enzima necesaria y su ausencia o deficiencia puede causar problemas como debilidad muscular y en las articulaciones, parálisis y la muerte del mismo. Se piensa que otro posible nutriente puede faltar en el concentrado, pero que si está presente en el forraje. El β -caroteno (precursor de la vitamina A), está presente en el forraje y así como la vitamina A, cumple un rol importante en la reproducción. La suplementación de β -caroteno en la dieta puede ser una alternativa para obtener buenos resultados en reproductoras con una alimentación con exclusión de forraje verde. Se ha demostrado en estudios realizados en conejos, ratas, marranas y vacas que la inclusión de β -caroteno como suplemento en las dietas tiene efectos favorables.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la suplementación de β -caroteno en un sistema de alimentación integral con exclusión de forraje en cuyes reproductoras, en la etapa de gestación y lactación durante el primer y segundo parto. Midiendo las características reproductivas, como el porcentaje de fertilidad y abortos, tamaño de camada al nacimiento y destete, mortalidad al nacimiento y al destete. Así como características productivas de pesos al empadre, al parto y al destete y en la progenie el peso al nacimiento y destete.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos Reproductivos del Cuy

2.1.1. Empadre

El primer celo en las hembras se presenta entre los días 55 y 70 de edad, esto indica el inicio de la etapa reproductiva (Chauca, 1997). En las hembras bajo condiciones normales de manejo, la edad de inicio de la vida reproductiva esta entre las 8 y 10 semanas (Zaldivar, 1986). La edad y el peso de la hembra es un factor influyente en la habilidad materna, en la mortalidad de las crías en lactancia, en el incremento del peso de los nacidos (Chauca, 2014). El peso vivo óptimo para el empadre en las hembras es entre 700 g a 800 g como inicio de su trabajo reproductivo.

En los machos, los primeros espermatozoides aparecen a los 50 días de edad. A los 84 días se encuentran espermatozoides en la totalidad de los machos (López, 2010). La edad apropiada está entre las 12 y 14 semanas de edad, con un peso vivo entre 900 g a 1 kg (Chauca, 2014).

2.1.2. Fertilidad

La fertilidad evalúa en términos de porcentaje, la cantidad de hembras preñadas en relación a las empadradas. Por lo cual es un índice usado para evaluar la viabilidad reproductiva de las hembras en producción; siendo esto lo que ocurre entre 6 o 15 horas postcoitus, cuando el óvulo se encuentra en la porción media de las trompas de Falopio (Hafez, 2002).

Se considera que la edad fértil de la hembra va desde las 8 semanas, a esta edad la hembra está preparada biológicamente para tener crías. La fertilidad en un núcleo de hembras en empadre debe siempre ser superior al 90%, lo que significa que de 10 hembras empadradas 9 quedan preñadas en el primer o segundo celo después del empadre (Chauca, 2014).

2.1.3. Gestación

La gestación tiene una duración que oscila entre los 63 y 70 días, esto depende del tamaño de camada, se acorta si el tamaño de camada es mayor y se alarga si la camada es de 1 o 2 crías, siendo en la práctica muy difícil de pronosticar con exactitud la fecha del parto (Chauca, 2014).

Durante los dos primeros tercios de gestación, los fetos crecen tan solo el 20% del que será su peso final y es a partir del día cuarenta de gestación aproximadamente que estos inician un crecimiento acelerado hasta el nacimiento hasta completar el 80% de su peso restante. Es en este tercio donde la hembra gestante necesita una sobrealimentación que le permita cubrir sus necesidades nutritivas para así lograr un buen desarrollo fetal y llegar al parto en buenas condiciones corporales que aseguren leche de buena calidad. Esto permite una menor mortalidad de crías, mayor productividad expresada en peso de crías al destete y mayor ovulación para la próxima camada (Aliaga et al., 2009).

2.1.4. Parto

El cuy es un animal vivíparo y multíparo, cuando se aproxima a fecha del parto la hembra se aparta del grupo y luego de las contracciones y dilataciones empieza la expulsión de los fetos uno por uno. Cada feto está rodeado de membranas fetales, las cuales son inmediatamente lamidas e ingeridas por la madre durante el parto, el cual es sumamente rápido. Terminado este, la regresión del útero y vagina a su estado normal ocurre en muy poco tiempo, aproximadamente en 30 minutos (Aliaga et al., 2009).

En el parto se producen generalmente de 1 a 4 crías, observándose con mayor frecuencia partos de 2 a 3 crías. Sobre el tamaño de la camada intervienen algunos factores, destacándose el factor genético. El largo periodo de gestación que tiene la especie determina que las crías al nacimiento tengan un desarrollo y madurez plena, razón por la que nacen con los ojos y oídos funcionales, su cuerpo está cubierto de pelos, nacen con incisivos y pueden movilizarse a pocas horas de nacidas (Chauca, 2014).

El peso total de la camada al nacimiento representa entre el 24 y 50% del peso de la madre, registrándose el menor porcentaje para camadas de 1 cría y el mayor porcentaje cuando nacen camadas de 5 crías (Chauca, 2014).

2.1.5. Tamaño de camada

La cantidad de crías nacidas y su tamaño varía sobre todo con el nivel nutricional al cual ha estado sometida la madre y a su calidad genética como el número de folículos, porcentaje de implantación, porcentaje de supervivencia, reabsorción fetal. Así mismo las condiciones climáticas presentadas durante cada año y la sanidad afectan marcadamente la fertilidad, viabilidad, crecimiento y mortalidad (Aliaga et al, 2009).

El número de crías por parto puede ser de 1 a 6 y excepcionalmente hasta ocho crías por camada (Chauca et al 2004). Mientras Sarria (2011) menciona que el tamaño de camada al nacimiento más frecuente es de 2 a 3 crías por madre; siendo el rango más común de 1 a 5 crías por reproductora.

Mamani (2015), al evaluar dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en cuyes reproductoras, obtuvo tamaños de camada de 3.06 para alimentación integral y 3.70 para alimentación mixta al nacimiento. Alejandro (2016) al evaluar lo mismo obtuvo tamaños de camada de 3.6 en alimentación mixta y 3.2 en alimentación integral.

2.1.6. Lactación y destete

La lactancia es la etapa de mayor desgaste para la reproductora, ya que la producción de la leche materna y su consumo por las crías es muy importante para lograr la sobrevivencia de estos (Chauca et al., 2014).

La secreción láctea es poca, sin embargo es altamente nutritiva desde el punto de vista proteico y energético, esto nos permite deducir por qué las crías pueden soportar un buen crecimiento a pesar de una pobre secreción (Aliaga et al., 2009). Las madres poseen dos mamas, lo que permite amamantar dos crías fácilmente, mayor número de crías dificulta la lactancia y establece la competencia. Los gazapos pueden ser autosuficientes a los 3 días, pero siempre es necesario lactar por un tiempo mínimo de 15 días (Chauca et al., 1994)

Concluida la lactancia, sigue el destete, el cual se realiza a las dos semanas de edad de las crías, si el clima es muy frío se puede dejar a las crías con su madre una semana más. Los destetados alcanzan pesos mayores por no tener que competir por alimento y espacio con

los adultos (Chauca, 2014). El grupo de animales destetados deben ser sexados y ubicados por tamaño. Esto permite formar lotes homogéneos y evaluar el crecimiento.

2.2. Aspectos Productivos del Cuy

2.2.1. Peso al Nacimiento

El peso de las crías al nacimiento está relacionado con el tamaño de camada, el mejoramiento genético y el aspecto nutricional de la madre. A mayor tamaño de camada el peso individual es menor pero su peso total de camada es mayor (Chauca, 2014).

Las crías en tamaño de camada de dos tienen un peso promedio de 177 gramos mientras que las crías en tamaño de camada de cuatro tienen un peso promedio al nacimiento aproximado de 125 gramos. El peso promedio de crías al nacimiento, en un sistema de alimentación integral sin forraje verde, debe ser de 155g (Vergara et al, 2008)

Mamani (2015), al evaluar dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en cuyes hembras reproductoras, obtuvo pesos al nacimiento de 158 para el sistema integral y 157 para la alimentación mixta. Mientras que Alejandro (2016) al realizar la misma evaluación obtuvo menor peso en alimentación integral (157g) que con la alimentación mixta (166g).

2.2.2. Peso al Destete

El destete se realiza en función a la edad y peso, el cual generalmente debe estar entre 200 y 300 gramos. Hay ciertos factores que influyen en el desarrollo y crecimiento de las crías, cuyos pesos al nacimiento pueden duplicarse a los 10 días. Entre ellos está la calidad de alimentación, en concreto la riqueza de la leche materna, la cual presenta un alto nivel de sólidos totales; es por ello que las madres pueden criar camadas de 4 a 5 crías, a pesar que solo tienen dos pezones. También está la capacidad de las crías que a las 3 a 4 horas de nacidos ya consumen pastos y suplementos concentrados, lo que les permite un crecimiento acelerado (Caycedo, 2000).

Al igual que el tamaño de camada influye en el peso al nacimiento, hace lo mismo con el peso al destete, los tamaño de camada de 2 presentan mayor peso al destete aproximadamente 350 a 400 gramos mientras que los de tamaño de camada de 4 presentan pesos al destete entre 250 a 300 gramos (Chauca, 2014).

En estudios realizados Solórzano (2014), al evaluar diferentes sistemas de alimentación en cuyes reproductoras obtuvo pesos al destete de 314g y 323g para sistema de alimentación mixta e integral respectivamente. Mamani (2015) al evaluar dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en cuyes hembras reproductoras, obtuvo pesos de 288g para integral y 302g para alimentación mixta. Mientras que Alejandro (2016) al realizar el mismo estudio obtuvo pesos al destete de 337g para las crías de alimentación integral y 316g para las crías con alimentación mixta.

2.2.3. Mortalidad

La mortalidad es un tema común en los sistemas de producción, los índices de valores referenciales, sirve como apoyo para lograr óptimos beneficios, señalando que la mortalidad de reproductores puede alcanzar hasta el 5% anual, 10% a 15% lactación y de 8% a 10% desde el destete hasta recría o engorde (Sarria, 2011).

Esta mortalidad puede deberse a problemas de parto, mortalidad en recién nacidos por aplastamiento, asfixia y en la recría por enfermedades infecciosas, protozoarios o accidentes. Dentro de las enfermedades infecto-contagiosas más comunes en los cuyes tenemos la salmonelosis, pasteurellosis y neumonías (Luna y Moreno, 1969).

Entre estas enfermedades, la salmonelosis es la más grave de todas, ya que el cuy es muy susceptible a esta, donde los animales más afectados son los lactantes así como las madres tanto gestantes como las lactantes, bastando únicamente algo de estrés para activar la Salmonella que se encuentra en estado latente (Chauca, 2014).

La salmonelosis en cuyes se manifiesta de dos formas, la forma aguda y la crónica. La aguda se presenta sin mostrar ningún síntoma, la muerte es inmediata. En la crónica se llega a presentar síntomas como adelgazamiento, pelaje erizado y deslucido, decaimiento, postración, anorexia, algunas veces parálisis de los miembros posteriores y diarreas acompañadas de mucus y en hembras gestantes se presenta abortos (Evans, 2005).

El aborto es la terminación de la preñez con la expulsión del feto de tamaño reconocible antes de que sea viable, este puede ser espontáneo o inducido, infeccioso o no infeccioso. El aborto espontáneo puede ocurrir en animales apareados inmediatamente después de la

pubertad o del parto. Las causas no infecciosas de aborto espontáneo pueden ser factores genéticos, hormonales o nutricionales (Hafez, 2002).

2.3. Requerimientos Nutricionales Del Cuy

Las necesidades nutricionales se refieren a los niveles de nutrientes que los cuyes requieren y que deben ser suplidos en su ración; es decir; es el conjunto de nutrientes que necesita un animal para cubrir sus requerimientos de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción (Sarria, 2011).

Estos requerimientos varían dependiendo de la edad del animal y del estado fisiológico, y si estos no llegan a ser cubiertos generan problemas posteriores en la etapa reproductiva presentándose retrasos en la madurez sexual, infertilidad, abortos, mortalidad de crías al parto y durante la lactancia, mientras que productivamente se generan pérdida de peso y repercute negativamente en futuras preñeces (Aliaga et al., 2009).

Cuadro 1: Requerimientos nutricionales del cuy

Nutrientes	Concentración en la dieta
	Gestación/Lactación
Energía digestible, Mcal/kg	2.9
Proteína %	19.0
Fibra %	12.0
Lisina %	0.87
Metionina	0.38
Metionina + Cisteína	0.78
Arginina %	1.24
Treonina %	0.63
Triptófano %	0.19
Calcio %	1.0
Fósforo %	0.8
Sodio %	0.2
Vitamina C mg/100g	20.0

Fuente: Vergara (2008).

2.3.1. Requerimiento de Energía

La energía es esencial para los procesos vitales del cuy, expresado normalmente como energía digestible (ED), si el nivel de energía en la dieta disminuye, existe la tendencia a un mayor consumo de alimento. Su deficiencia causa serios problemas reproductivos como retardo en la pubertad, mortalidad embrionaria, suspensión del ciclo estral (Castro y Chirinos, 1997). Mientras su exceso dará como resultado una deposición exagerada de grasa que puede perjudicar el desempeño reproductivo de machos y hembras (Inga, 2008). Por eso para satisfacer los requerimientos nutricionales en gestación y lactación se necesita 2.9 Mcal de ED/kg (Vergara, 2008).

Mamani (2015) al evaluar dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación los niveles de energía no afectaban significativamente los parámetros reproductivos y productivos de los cuyes en etapa reproductiva, pero numéricamente los valores eran mejores en los animales que recibieron 2.9 Mcal de ED/kg.

2.3.2. Requerimiento de Proteína

La deficiencia o el exceso de proteína y aminoácidos afectan el comportamiento reproductivo del cuy, los parámetros más sensibles la concepción, crecimiento, desarrollo, así como para producción de leche y alcanzar una buena fertilidad. Para hembras en gestación Caycedo (2000) recomienda usar 18 por ciento de proteína.

Remigio (2006) al evaluar tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en cuyes encontró que los niveles recomendados de por el NRC (1995) de estos (0.36% y 0.60% respectivamente) eran deficientes para el crecimiento del cuy. Al realizar un aumento a 0.79% de los aminoácidos azufrados y 0.84% de lisina en dietas integrales permite un crecimiento adecuado de los animales.

Al evaluarse dos niveles de energía (2.8 y 3.0 Mcal de ED/Kg de alimento) y dos niveles de proteína (15 y 18%), en dietas para cuyes mejorados, se demostró que el mejor peso (975g) se obtuvo con la dieta de 2.8 Mcal de ED/kg de alimento y 18% de proteína, gracias al aporte adecuado de aminoácidos y energía digestible (Torres, 2006).

2.3.3. Requerimiento de Fibra

La fibra es una fracción nutritiva sumamente importante, no solo por la capacidad que tienen los cuyes en digerirla, sino porque su inclusión favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo, favorece la producción de la flora bacteriana en el ciego y sirve como una reserva de nutrientes adicional (Chauca, 1997).

Vergara (2008) indica que el nivel de fibra encontrado varía en función al tipo de fibra, la edad de los animales, el tamaño de partícula y el contenido de nutrientes. De acuerdo a los resultados los niveles de fibra adecuados para la etapa de reproducción sería de 12%. Sin embargo Lara y Vergara (2011) al usar 13% de nivel de fibra en alimentación integral para cuyes en etapa de reproducción mejoró los parámetros reproductivos.

Inga (2008), al evaluar dietas con dos niveles de energía (2.8 y 3.0 Mcal de ED/kg) y fibra cruda (8% y 10%), en dietas con exclusión de forraje y una dieta control (2.8 Mcal de ED/kg y 8% de fibras más forraje verde) no observó diferencias significativas para ganancias de pesos y consumo de alimento. Sin embargo la más recomendable fue la dieta de 2.8 Mcal de ED/kg y 8% de fibra con exclusión de forraje verde, ya que observó un mejor resultado en la conversión alimenticia (3.0), respecto a los demás tratamientos.

2.3.4. Requerimiento de Vitaminas y Minerales

Las vitaminas y minerales son importantes para el normal crecimiento, reproducción y funcionamiento de los tejidos corporales del animal. Entre los minerales para reproducción el cuy necesita 1.0% de calcio y 0.8% de fósforo (Vergara, 2008), mientras Caycedo (2000) reporta que para gestación el cuy necesita 1.24% de calcio y 0.84% de fósforo y en lactación 1.56% de calcio y 0.8% de fósforo.

Entre las vitaminas la de mayor importancia en el cuy es la Vitamina C, debido a que es un nutriente indispensable para la vida y el cuy al igual que el humano no es capaz de sintetizarla en el organismo y por eso es de vital importancia que sea incorporada a la ración, ya que si esta no se encuentra presente disminuye la productividad y causa la muerte del animal. La carencia de vitamina C en los cuyes produce pérdida de apetito, pobre crecimiento, parálisis del tren posterior, modificaciones de los huesos y dientes,

internamente presentan hemorragias, congestión pulmonar y diarreas, así como también se pueden presentar abortos, degeneración de ovarios en las hembras y del epitelio germinal en los machos (Rico, 1995).

El NRC (1995) recomienda 20 mg/100g de alimento de Vitamina C. En etapa de gestación se recomienda mínimo 15 mg/100g de alimento y hasta 30 mg/100g de alimento para etapa de inicio (Benito y Vergara, 2007).

Las dietas balanceadas con inclusión de forraje aportan gran cantidad de vitaminas, siendo una de estas la Vitamina A, cuya deficiencia genera supresión del sistema inmunológico, entorpecimiento del crecimiento, xeroftalmia, problemas reproductivos e incluso la muerte (Usca 2000). Por lo que esta vitamina es esencial para el sostenimiento, crecimiento, reproducción de los animales, así como la lactación donde se requieren mayores cantidades de esta vitamina (Aliaga et al., 2009).

2.3.5. Agua

El agua es el constituyente del organismo animal que se encuentra en mayor porcentaje (60-70%) que el resto de macromoléculas orgánicas y minerales, está vinculada con una serie de funciones vitales como el transporte de sustancias nutritivas y desechos, procesos metabólicos, termorregulación, producción de leche, lubricación de articulaciones, entre otras (Castro y Chirinos, 1997).

El consumo de agua va a variar de acuerdo la temperatura climática, en climas cálidos, el cual requiere de mayor cantidad de agua, en una alimentación mixta (forraje y concentrado), el cual necesita consumir agua hasta un 10% de peso, en climas donde las temperaturas superan los 20°C el consumo de agua puede incrementarse hasta el 20%, mientras que en climas fríos el forraje puede suplir la necesidad de agua en un alto porcentaje (Caycedo, 2000).

Castro y Chirinos (1997) nos indican que cuando se utiliza forraje verde en un sistema de alimentación mixto es suficiente ofrecer entre 100 a 150 gramos de forraje por animal, los cuales aseguran una ingestión entre 80 a 120 ml de agua, cantidad suficiente que cubriría las necesidades hídricas de los animales.

Investigaciones realizadas en el INIA por Chauca et al., (1992) donde evaluaron hembras reproductoras de primer parto sin y con consumo de agua demostraron que las hembras que recibieron agua obtuvieron mejores resultados tanto productivos (mejores pesos al parto con 1158 g relacionado a un mayor consumo de concentrado, menor mortalidad de las madres), como reproductivos (mayor tamaño de camada al nacimiento y al destete y mejores pesos de las crías al nacimiento y al destete).

2.4. Sistemas de Alimentación

La alimentación es el arte de combinar los principios nutritivos con los económicos. En alimentación animal el costo de alimentación representa entre el 60 y 70 por ciento de los costos totales. Los sistemas de alimentación se ajustan de acuerdo a la disponibilidad del alimento y su costo en cada lugar; así también hace referencia a la posibilidad que existe de poder restringir balanceado o forraje en su dieta, esta cualidad hace del cuy una especie versátil e su manejo alimenticio (Chauca, 1997). Los sistemas de alimentación utilizados en la crianza de cuy son: alimentación exclusiva a base de forraje, alimentación con forraje más balanceado (mixta), y alimentación exclusiva con balanceado que incluya vitamina C (integral) más agua.

2.4.1. Alimentación con forraje

La alimentación a base de forraje, es comúnmente utilizado en crianzas familiares. Los forrajes difieren en calidad, las leguminosas como la alfalfa y vicia son las que tienen la mejor calidad nutricional. Una buena alimentación la obtiene suministrando una mezcla de leguminosas y gramíneas. Los forrajes deben ser oreados en sombra antes del suministro de esta manera se evita el timpanismo. El cuy puede consumir abundante forraje pero no siempre satisface sus necesidades nutritivas y por ello es que debe suministrarle concentrado (Chauca, 2014).

Vivas (2009) nos indica que el consumo promedio es de 30% del peso vivo. Un gazapo puede consumir hasta 100 g de forraje verde en los primeros días de nacido, duplicando su consumo a la cuarta semana, en reproductores su consumo va de 350 g a 500 g, sin embargo se observa un crecimiento lento comparado con la alimentación mixta. Por lo cual Caycedo (2000) recomienda proporcionar forraje verde dos veces al día con una ración no menor a 350 g/animal/día.

En etapa de engorde, al comparar tres sistemas de alimentación con cuyes mejorados de 3 a 4 semanas de edad, su consumo promedio de alfalfa fresca fue de 298 g/animal/ día, con un peso final promedio de 873 g y una ganancia de peso promedio de 422 g y una conversión alimenticia de 8.66 para la alimentación solo con forraje verde (Almonte, 2001)

2.4.2. Alimentación mixta

Cuando la alimentación es mixta, el alimento es forraje y balanceado, los animales alimentados con este tipo de sistema obtienen ganancias superiores a diferencia de los que solo consumen forraje (Moreno, 1968). Cabe mencionar que el forraje asegura la ingestión adecuada de fibra, vitamina C y ayuda a cubrir, en parte, los requerimientos de algunos nutrientes, por otro lado, el alimento balanceado satisface los requerimientos de proteína, energía, minerales y vitaminas.

Utilizando forraje y alimento balanceado, los valores registrados para los índices reproductivos obtenidos fueron para fertilidad entre 72.2 por ciento, y 100 por ciento, mortalidad de crías al nacimiento 5.7 por ciento, pesos promedios al nacimiento de 151.1 g y al destete 294.4 g (Dulanto, 1999).

Alejandro (2016) al evaluar dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en cuyes hembras reproductoras, observó que los valores para fertilidad para una alimentación mixta eran del 100%. Mientras que Mamani (2015) con un estudio similar obtuvo una fertilidad del 79% para este sistema de alimentación.

Por su parte Almonte (2001) en su tratamiento a base de concentrado y forraje (alfalfa), obtuvo los mejores resultados promedios de incremento de peso con 642 g para machos y 610 g para hembras, con incrementos diarios de 10,67 y 9,69 g/día, respectivamente.

2.4.3. Alimentación Integral (a base de alimento balanceado, vitamina C y agua)

La alimentación con alimento balanceado se presenta en la actualidad como una alternativa interesante, puesto que la crianza de cuyes está condicionada por la escasez de forraje (Aliaga et al, 2009).

Así también indica que al utilizar el balanceado como único alimento, se requiere preparar una buena ración de tal forma que satisfaga los requerimientos nutritivos del animal, siendo el punto más crítico de este sistema la incapacidad del cuy para sintetizar Vitamina C en el organismo; por tanto se debe administrar en forma directa y estable disuelta en agua (Esquivel, 1994), o incluida en el alimento balanceado.

Al evaluarse tres niveles de fibra (10, 12 y 14 por ciento) en un alimento balanceado con adición de vitamina C (80gr vit C/100kg alimento balanceado) y suministrando agua ad libitum, los cuales fueron comparados con un testigo (concentrado 12 por ciento de fibra y forraje); se concluyó que el uso exclusivo de alimento balanceado con vitamina C puede suplir en su totalidad el consumo de forraje, obteniéndose los resultados como ganancia de peso diaria donde en los cuyes alimentados con forraje fue de 12.9 g/d y en los cuyes alimentados con alimento balanceado y vitamina C fue de 13.3 g/d esto evaluado en cuyes en etapa de crecimiento (Villafranca, 2003).

Pero en reproductoras esto no ocurre de la misma manera. Al evaluarse los sistemas de alimentación mixta y solo balanceado con vitamina C se pudo observar que la incidencia de abortos fue de 3 por ciento en el sistema solo balanceado mientras que no se presentaron abortos con el sistema mixto, mortalidad de las crías al nacimiento también se vio afectada siendo 16.2 por ciento en el sistema de solo alimento balanceado y solo 11.1 por ciento en el sistema mixto (Solorzano, 2014).

Mamani (2015) al evaluar dos sistemas de alimentación para cuyes hembras reproductoras observó que su fertilidad solo era del 64% para el sistema de alimentación integral, mientras que para el sistema mixto era un 79%. La presencia de abortos también fue en la alimentación integral con 5% de abortos, mientras que la alimentación mixta no presento ninguno.

La mortalidad de las crías tanto al nacimiento como al destete también se vio afectada en este sistema de alimentación con 32% y 14% respectivamente, a diferencia de la alimentación mixta donde obtuvo una mortalidad de 21% al nacimiento y 7% al destete. Por lo tanto teniendo en cuenta esto, se puede decir que a parte del problema con la vitamina C, que es común cuando no se suministra forraje, otro nutriente puede faltar en el alimento balanceado que si está presente en el forraje.

2.5. - caroteno

El - caroteno es un pigmento natural, soluble en grasas, producido por plantas y organismos fotosintéticos. Los animales ingieren estos alimentos que contienen - caroteno (forrajes) y una parte de este es transformado en vitamina A en el hígado (Bendich y Olson, 1989) y la mucosa intestinal (Ikeda et al., 2005), la otra parte es incorporada a los quilomicrones como - caroteno y transportado al hígado para ser almacenado temporalmente, pero exclusivamente circula en la sangre como fracción de la lipoproteína (Schweigert et al., 1987). Varios tipos de moléculas en la sangre transitan por la membrana basal del folículo ovárico (Driancourt et al., 1999). Por lo tanto el - caroteno existe en el fluido folicular (Schweigert y Zucker, 1988; Chew et al., 1984; Haliloglu et al., 1984).

Una parte del - caroteno que se encuentra en el líquido folicular se transforma en retinol, el cual es considerado como una fuente extra de vitamina A para su utilización intrafolicular, además el - caroteno acumulado en el cuerpo lúteo (Chew et al., 1984) puede ser considerado como una fuente de retinol en los folículos (Sklan, 1983). Por lo tanto los animales necesitan tanto la vitamina A como el - caroteno para su correcto funcionamiento vital.

El - caroteno aparte de ser un precursor de vitamina A tiene un rol importante en la función reproductiva (Puls, 1994), cuyos efectos específicos no pueden ser reemplazados con suplementación de vitamina A en la dieta (Lotthammer, 1979). Su deficiencia está asociada con aumento de incidencias de abortos y mortalidades embrionarias, retención de placenta, incremento de padecer quistes ováricos y metritis (Hemken y Bremel, 1982; Puls, 1994; Aksakal et al., 1995).

Existen numerosas referencias en la bibliografía que relacionan los niveles de vitamina A y - caroteno con la función reproductiva. Respecto a la función de la vitamina A en la reproducción, se ha visto que tanto esta como sus metabolitos intervienen en el crecimiento folicular (Schwiegert y Zucker, 1988), en la composición del ambiente oviductal y uterino (Liu et al., 1990), en la inmunidad (Chew, 1987), en la maduración del ovocito y en el desarrollo del embrión y el feto (Liu et al., 1993). En cuanto al - caroteno, varios autores

postulan su efecto en la función lútea (Ahlsweide y Lothammer, 1978; Chew et al., 1984; Pethes et al., 1985; Arikan y Rodway, 2001).

La principal función del β -caroteno en el organismo es su función antioxidante, su papel más importante es proteger al organismo de los radicales libres producidos durante el metabolismo oxidativo normal del organismo. Un radical libre es una molécula extremadamente inestable y con gran poder reactivo que actúan alterando a las membranas celulares y atacando el material genético de las células.

El organismo está preparado para protegerse de los radicales libres, pero cuando hay un desbalance entre los radicales libres y los antioxidantes del organismo, se produce el estrés oxidativo (Kamiloglu et al., 2005). El estrés oxidativo compromete la función celular provocando un fallo orgánico, el β -caroteno a pesar de actuar en todos los procesos oxidativos del organismo, parece que tiene una especial relevancia en aquellos relacionados con la reproducción (Rapoport et al., 1998; Young et al., 1995).

Se ha demostrado la existencia de sistemas oxidativos y antioxidantes en tejidos del aparato reproductor de las hembras (Jozwik et al., 1999). El fluido folicular contiene elevadas concentraciones de antioxidantes para proteger a los ovocitos del daño producido por los radicales libres (Agarwal y Allamaneni, 2004).

2.5.1. Efectos del β -caroteno

Tasa de concepción: En novillas la suplementación con β -caroteno incrementaba las tasas de concepción (Ascarelli et al., 1985). También comprobaron que el estrés por calor reducía de forma considerable las tasas de concepción (Badinga et al., 1985) y aumentaba la mortalidad embrionaria (Putney et al., 1989), esto por el aumento de la producción de radicales libres (Loven, 1988) o por una reducción de la actividad de los sistemas antioxidantes del organismo (Arechiga et al., 1995), para lo cual una estrategia para evitar este efecto adverso fue la suplementación con β -caroteno pudiendo observar que con un periodo largo de suplementación evitaba los efectos negativos del estrés por calor (Arechiga et al., 1998)

Cuerpo lúteo: Varios autores postulan el efecto del β -caroteno en la función lútea, debido a que se han encontrado elevadas concentraciones de esta provitamina en el cuerpo lúteo, entre 2 a 5 veces más, que las observadas en otros tejidos orgánicos (Ahlsvede y Lothammer, 1978; Chew et al., 1984; Pethes et al., 1985), observando que el β -caroteno estimulaba la secreción de progesterona por parte de las células porcinas.

Mortalidad embrionaria: Puede deberse a la baja concentración de progesterona en las primeras etapas del desarrollo embrionario, por lo tanto el crecimiento del embrión es más lento de lo normal, de tal forma que en el momento del reconocimiento materno de la gestación no es capaz, todavía, de producir suficientes cantidades de interferón beta y por lo tanto, no se bloquea la lisis del cuerpo lúteo y el animal sale en celo muriéndose el embrión (Wathes et al., 2003).

Por lo tanto la suplementación con β -caroteno mejora la supervivencia embrionaria en especies multiovulatorias como el ratón (Chew y Archer, 1983) la rata (Takashima et al., 1975) y cerdo (Brief y Chew, 1985), aumentando la secreción intrauterina que es un factor importante para el desarrollo de los embriones (Clawitter et al., 1990; Harney et al., 1990).

Ya que el ambiente intrauterino influye en el desarrollo inicial del embrión, de forma que alteraciones en el mismo pueden causar su muerte (Wathes et al., 2003). También el estrés oxidativo es una posible causa de mortalidad embrionaria, ya que el metabolismo embrionario produce radicales libres que pueden retardar o bloquear el desarrollo del embrión, por lo que la suplementación de β -caroteno puede tener un efecto beneficioso (Guérin et al., 2001).

Retención de placenta: En estudios con vacas se observaron que las vacas con retención de placenta presentaban niveles bajos de β -caroteno (Akar y Gazioglu, 2006), además en otra investigación donde se suplementó β -caroteno a vacas antes del parto, comprobaron que se producía una disminución en la incidencia de retenciones de placenta y endometritis (Michal et al., 1994), apuntando que el efecto beneficioso del β -caroteno sobre los mecanismos de defensa, potenciando la proliferación de linfocitos y la función fagocítica, lo que favorecía la expulsión de la placenta.

Producción láctea: Numerosos autores han observado que la suplementación con β -caroteno, independientemente del tiempo y de la época del año, aumentaba la producción láctea (Bindas et al., 1984; Ascarelli et al., 1985; Bonomi et al., 1994; Arechiga et al., 1998; Chawka y Kaur, 2004).

Este efecto podría deberse al incremento del estatus antioxidante de la glándula mamaria que favorecería al mantenimiento de la función de las células del epitelio alveolar (Arechiga et al., 1998).

Sistema inmune: En una investigación se pudo observar que el β -caroteno mejoraba las defensas, aumentando la actividad y el número de células del sistema inmune (Alexander et al., 1985; Prabhala et al., 1989). También se observó que la suplementación con β -caroteno en periodo pre parto incrementaba la proliferación de linfocitos y reducía la incidencia de retenciones de placenta y metritis (Michal et al., 1994). Los animales con niveles bajos de β -caroteno en preparto mostraban una reducción en la funcionabilidad de su sistema inmune (Kawashima et al., 2008).

2.5.2. Contenido de β -caroteno en diferentes forrajes

Por lo general, un forraje de buena calidad o la cantidad suficiente garantizan el aporte necesario de β -caroteno en la ración. La disponibilidad de este nutriente en la ración depende del tipo de forraje y de la forma de conservación del mismo. Las pérdidas de oxidación durante la cosecha, marchitamiento y ensilado repercuten de manera especialmente negativa en la concentración de β -caroteno en el forraje.

En comparación con la materia fresca, las pérdidas de β -caroteno pueden superar ligeramente el 50 por ciento y aumentar aún más si el almacenamiento tiene lugar en un silo abierto. Investigaciones revelaron que el forraje presenta un porcentaje muy variable de β -caroteno imposible de precisar de antemano (Lothammer, 1978). Es por ese motivo que para cada forraje utilizado dependiendo del lugar de origen, suelos y otros factores que pueden afectar el contenido de nutrientes en el forraje se debe realizar una prueba para determinar el porcentaje de β -caroteno que se encuentra presente en dicho forraje.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Experimento I: Animales de Primer Parto

3.1.1. Materiales

3.1.1.1. Lugar y Fecha de Ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Programa Nacional de Investigación de Cuyes del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en el distrito de La Molina, departamento de Lima.

La preparación de las dietas experimentales se realizó en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y los análisis químicos de las dietas se realizaron en el laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la UNALM.

La ejecución del Experimento 1 se inició en Agosto del 2015 y finalizó en Diciembre del 2015, con duración de 4 meses. Contiene los siguientes periodos: del mes de Agosto a Octubre del 2015 periodo "crecimiento y adaptación", donde se esperó que los animales destetados alcancen la edad y el peso hasta los dos meses de edad, donde ya son aptos para el empadre, mientras se van adaptando a las dietas experimentales.

El periodo "experimental", entre Octubre a Diciembre del 2015 en Primavera, que abarcó la gestación y lactación de los animales en su primer parto. El rango de las temperaturas varió entre Octubre y Diciembre de 18°C a 25°, con mayor detalle se puede observar en el Anexo I.

3.1.1.2. Animales experimentales

Se utilizaron 27 cuyes hembras (30 ± 2 días y peso aproximado de 500 g) de línea comercial obtenida del cruce de las razas Perú, Inti y Andina y 9 cuyes machos del plantel de reproductores para empadrear a las hembras primerizas.

Los animales fueron distribuidos en 9 pozas (unidades experimentales), tomando tres de ellas por tratamiento, en cada poza se ubicó con tres cuyes hembras durante todo el experimento y un cuy macho, solo a partir del empadre, obteniendo 9 animales por tratamiento. Los cuyes se pesaron antes de distribuirlos en las pozas para obtener grupos más homogéneos.

3.1.1.3. Instalaciones

Los periodos “crecimiento y adaptación” y “experimental” se realizaron en el galpón 4 (40 x 14 x 3 metros de altura), las paredes externas son de material noble de 1 metro de alto y una ventana de 1.80 a 2 metros alrededor de todo el galpón, para una adecuada ventilación y luminosidad, la cual está recubierta con una malla metálica para evitar el ingreso de aves, roedores y otros animales.

Se utilizaron 9 pozas de piso de cemento y paredes de cemento, con medidas de 112 cm de largo por 76 cm de ancho y 43 cm de altura, albergando en cada una de ellas cuatro animales (tres hembras y un macho).

Para la alimentación se utilizaron 18 comederos de arcilla enlosada interiormente con una capacidad de 450g y 9 bebederos de arcilla enlosada interiormente con una capacidad de 500ml. En época de partos se colocó una cerca gazapera con un comedero de arcilla para los lactantes en cada poza de evaluación.

Los controles de pesos de los animales, del alimento balanceado se realizaron en una balanza digital de 5 kg de capacidad con aproximación de 2 g. Para el control de alimento se utilizaron baldes con una capacidad de 2 kg y pesar el alimento se utilizó una bolsa donde se pesaron el alimento suministrado y residual.

Para las labores de transporte de animales para los controles de peso, para el destete y limpiezas de pozas se utilizó una jaba de plástico de 34 cm de ancho, 52 cm de largo y 30 cm de alto.

3.1.1.4. Tratamientos

De acuerdo al objetivo plateado, se evaluaron tres dietas diferentes, considerando tres repeticiones por tratamiento, siendo estos:

T1: Dieta integral sin β - caroteno + forraje verde.

T2: Dieta integral sin β - caroteno, sin forraje verde.

T3: Dieta integral + 30mg β - caroteno / kg, sin forraje verde.

El nivel de β - caroteno utilizado fue determinado teniendo como referencia las recomendaciones (Lab Diet, 2014; Besenfelder et al., 1995) para dietas en cuyes y conejos respectivamente.

3.1.1.5. Dietas Experimentales

En la investigación realizada se diseñaron seis dietas experimentales, de las cuales tres dietas fueron para la adaptación al nuevo alimento con dietas de reemplazo, de acuerdo al estudio realizado por Enciso (2010), y las otras tres para la parte experimental (reproducción), utilizando la formulación al mínimo costo.

La composición porcentual y el valor nutritivo estimado de las dietas (base fresca) se presentan en el Cuadro 2 y 3. En todas las dietas se adicionó ácido ascórbico (vitamina C) en el concentrado sin excepción alguna.

Los pellets tuvieron un diámetro de 4.5mm para el alimento de "crecimiento y adaptación" y 12mm de longitud para el alimento "experimental". La premezcla de vitaminas y minerales utilizada en estas dietas, fue específicamente elaborada para cuyes a diferencia de otras investigaciones como Alejandro (2016) donde utilizó una premezcla para conejos.

Cuadro 2: Composición porcentual y valor nutritivo estimado de las dietas de "crecimiento y adaptación"

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS		
	1 Integral + Forraje	2 Integral	3 Integral + - caroteno
Subproducto de Trigo	34.13	34.13	34.13
Torta de Soya, 47	20.00	20.00	20.00
Maiz	20.00	20.00	20.00
Bagazo de Marigold	15.00	15.00	15.00
Aceite vegetal	1.00	1.00	1.00
Mezcla de Cereales*	7.00	7.00	7.00
Carbonato de Calcio	1.60	1.60	1.60
DL – metionina	0.04	0.04	0.04
Rovimix 35	0.06	0.06	0.06
Cloruro de Colina	0.20	0.20	0.20
Inhibidor de Hongos	0.20	0.20	0.20
Sal	0.40	0.40	0.40
Secuestrante de micotoxinas	0.25	0.25	0.25
Premix	0.12	0.12	0.12
- caroteno	0.00	0.00	0.03
Total	100	100	100
Contenido Nutricional			
Energía Digestible (Mcal/kg)	2.90	2.90	2.90
Proteína Cruda (%)	19.14	19.14	19.14
Fibra Cruda (%)	12	12	12
Lisina (%)	0.89	0.89	0.89
Metionina-Cisteína (%)	0.64	0.64	0.64
Arginina (%)	1.27	1.27	1.27
Treonina (%)	0.63	0.63	0.63
Triptófano (%)	0.19	0.19	0.19
Vitamina C (mg/100g)	20	20	20

Fuente: Enciso (2010)

* Mezcla de Cereales: cáscara de avena, cáscara de arroz.

Cuadro 3: Composición porcentual y valor nutritivo estimado de las dietas experimentales.

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS		
	1 Integral + Forraje	2 Integral	3 Integral + - caroteno
Harinilla de Trigo	43	43	43
Mezcla de Cereales	16.7	16.7	16.7
Heno de Alfalfa	10	10	10
Soya extruida	10	10	10
Subproducto de Trigo	10	10	10
Torta de Soya, 45	7.3	7.3	7.3
Carbonato de Calcio	1.23	1.23	1.23
Fosfato Dicálcico	0.87	0.87	0.87
DL – metionina	0.32	0.32	0.32
Cloruro de Colina	0.25	0.25	0.25
Premix	0.15	0.15	0.15
Inhibidor de Hongos	0.10	0.10	0.10
Rumicell	0.10	0.10	0.10
Sal	0.07	0.07	0.07
Rovimix 35	0.06	0.06	0.06
L- lisina	0.01	0.01	0.01
Secuestrante de micotoxinas	0.25	0.25	0.25
- caroteno	0.00	0.00	0.03
Total	100	100	100
Contenido Nutricional			
Energía Digestible (Mcal/kg)	2.9	2.9	2.9
Proteína Cruda (%)	19	19	19
Fibra Cruda (%)	13	13	13
Lisina (%)	0.87	0.87	0.87
Metionina-Cisteína (%)	0.38	0.38	0.38
Arginina (%)	1.24	1.24	1.24
Treonina (%)	0.63	0.63	0.63
Triptófano (%)	0.19	0.19	0.19
Vitamina C (mg/100g)	20	20	20

* Mezcla de Cereales: cáscara de avena, cáscara de arroz.

3.1.2. Métodos

3.1.2.1. Manejo de los animales y controles

A la edad de 30 días y un peso aproximado de 500 g se separaron los animales en las diferentes pozas, para los diferentes tratamientos. Se pesaron a las hembras desde la primera semana hasta la cuarta semana para saber si lograron su peso óptimo para el empadre (mínimo 700 g) y posteriormente después del parto y después del destete. Las crías fueron registradas y pesadas al nacimiento y al destete. Todos los días se revisaron las pozas para observar si se produjo algún aborto, si las crías destetadas y las madres murieron.

Para el empadre se incorporaron los machos en la pozas de las hembras, se utilizaron animales jóvenes de tres meses aproximadamente y se mantuvieron ahí durante todo el periodo experimental. Mensualmente se revisaban los machos para ver si no presentaban abscesos y/o heridas.

3.1.2.2. Alimentación de los animales

A la edad de 30 días los animales fueron alimentados con las dietas establecidas para cada uno de los tratamientos, al comienzo tuvieron una semana de adaptación a la nueva dieta. El suministro de alimento fue *ad libitum* para todos los tratamientos. Concluido el proceso de adaptación se empezó a evaluar el consumo de alimento de los animales hasta el destete.

El forraje verde utilizado fue maíz chala, proveniente del mismo INIA, suministrado únicamente a los animales del tratamiento con alimentación mixta (tratamiento 1). Se les brindó el forraje en las mañanas y fue de manera restringida, de acuerdo al peso que tenían los animales, equivalente al 10% del peso vivo de los animales, al empadre aproximadamente 85 gramos promedio/animal/día, incrementándose durante la gestación hasta los 150 gramos promedio/animal/día aproximadamente, una vez que parieron las hembras, durante la lactación se suministró 130 gramos de chala promedio/animal/día aproximadamente

El suministro de agua fue *ad libitum* y se realizó dos veces al día en la mañana (8 am) y en la tarde (3 pm), se lavó los bebederos diariamente con detergente y se los desinfectó con lejía para evitar problemas sanitarios.

El análisis químico proximal de las dietas, se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimento (LENA), Facultad de Zootecnia, UNALM. (Ver Cuadro 4)

Cuadro 4: Análisis Químico Proximal Porcentual de las dietas reemplazo y experimentales (tal como ofrecido)

Nutriente	Dieta crecimiento (Adaptación)	Dieta experimental (Reproductoras)
Humedad %	13.46	10.80
Materia Seca %	86.54	89.2
Proteína %	19.19	18.58
Grasa %	3.30	3.64
Fibra %	8.99*	12.4
Ceniza %	6.52	7.94
ELN %	51.1	47.24

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), UNALM

* El % de fibra reportado es similar al Enciso (2010) con 9% de fibra

3.1.2.3. Controles y Parámetros

Los controles que se fueron utilizados para determinar el comportamiento de los animales dentro de cada tratamiento fueron:

- Número de hembras vivas y muertas al empadre, parto y lactancia.
- Porcentaje de abortos
- Tamaño de camada total al nacimiento (crías vivas y muertas sin considerar aborto).
- Tamaño de camada de crías nacidas vivas
- Tamaño de camada al destete.
- Pesos individuales de las reproductoras al inicio, empadre, parto y destete.
- Pesos individuales y totales de las crías al nacimiento y destete.

Para los cálculos de los parámetros se utilizaron las siguientes fórmulas:

a. Aborto (%):

$$\% \text{Aborto} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hembras gestantes abortadas}}{\text{N}^\circ \text{ hembras gestantes}} \times 100$$

b. Tamaño de camada total promedio al nacimiento (Tctn):

$$Tctn = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas (vivas y muertas)}}{\text{N}^\circ \text{ de hembras gestantes paridas}}$$

c. Mortalidad de crías al nacimiento (%):

$$\%Mn = \frac{\text{N}^\circ \text{ de crías muertas al nacimiento}}{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas}} \times 100$$

d. Tamaño de camada promedio de crías vivas al nacimiento (Tcnv):

$$Tcnv = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas vivas}}{\text{N}^\circ \text{ de hembras gestantes paridas}}$$

e. Mortalidad de crías en lactación (%):

$$\%Ml = \frac{\text{N}^\circ \text{ de crías muertas en lactación}}{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas vivas}} \times 100$$

f. Tamaño de camada promedio al destete (Tcd):

$$Tcd = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de crías destetadas}}{\text{N}^\circ \text{ de hembras vivas al destete}}$$

g. Peso promedio de crías al nacimiento (Pcn):

$$Pcn = \frac{\text{de pesos de crías vivas al nacimiento}}{\text{N}^\circ \text{ total de crías nacidas vivas}}$$

h. Peso promedio de crías al destete (Pcd):

$$Pcd = \frac{\text{de pesos de crías vivas al destete}}{\text{N}^\circ \text{ total de crías destetadas}}$$

i. Peso promedio de hembras al empadre (Phe):

$$Phe = \frac{\text{de pesos de hembras al empadre}}{\text{N}^\circ \text{ de hembras empadradas}}$$

j. Peso promedio de hembras al parto (Php):

$$\text{Php} = \frac{\text{de pesos de hembras al parto}}{\text{N}^\circ \text{ de hembras paridas}}$$

k. Peso promedio de hembras paridas al destete (Phd):

$$\text{Phd} = \frac{\text{de pesos de hembras al destete}}{\text{N}^\circ \text{ de madres destetadas}}$$

3.1.2.4. Sanidad y mortalidad

Antes de comenzar con la ejecución de la tesis, todas las pozas que iban a ser utilizadas fueron limpiadas, flameadas y desinfectadas, dejándolas reposar por dos semanas. La limpieza de las pozas se realizó entre el primer y segundo parto, después que todas las crías fueron destetadas. Antes del empareamiento se presentó problemas de clostridium (colibacilosis), el cual se identificó basándose en los signos característicos de esta enfermedad, como abdomen hinchado, los animales fueron tratados con sulfa-trimetropim por una semana.

3.1.2.5. Análisis Estadísticos

En el presente estudio se aplicó el análisis de variancia (ANVA) para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($\alpha = 0.05$), utilizando el diseño estadístico Completamente al Azar (DCA), para un total de tres tratamientos, con tres repeticiones cada uno y la prueba estadística de Tukey para determinar las diferencias entre medias de los tratamientos para los parámetros en estudio.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Unidad experimental.

μ = Media poblacional.

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

e_{ij} = Error experimental.

Para la estabilización de la variancia, los valores expresados en porcentaje como fertilidad, abortos, mortalidad de las crías al nacimiento y al destete y la mortalidad de las reproductoras, fueron transformados en valores angulares, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Arcoseno} (\text{valor}/100)^{0.5}$$

Ya transformados estos valores, recién se realizó las pruebas estadísticas determinas para el presente trabajo.

3.2. Experimento II: Animales de segundo parto

3.2.1. Materiales

3.2.1.1. Lugar y Fecha de Ejecución

El Experimento 2 tuvo lugar en las mismas instalaciones que el Experimento 1. La preparación de las dietas experimentales se realizó en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia, UNALM y los análisis químicos de las dietas se realizaron en el laboratorio de Evaluación Nutricional Agraria La Molina, UNALM.

Respecto al tiempo de ejecución se inició en Enero del 2016 y finalizó en Abril del mismo año (duración de 4 meses), donde los animales estuvieron en gestación y lactación del segundo parto en la estación de Verano. El rango de temperatura entre los meses de Enero y Abril fue desde 23°C a 31°C. Se puede observar con mayor detalle en el Anexo I.

3.2.1.2. Animales

Se utilizaron los mismos animales del Experimento 1, con excepción de los machos reproductores. Se utilizaron 9 machos de la misma edad de las reproductoras, que reemplazaron a los anteriores.

3.2.1.3. Instalaciones

Se utilizó el galpón 4 (40 x 14 x 3 metros de altura), con 9 pozas de piso de cemento y paredes de cemento, con mediadas de 112 cm de largo por 76 cm de ancho y 43 cm de altura. En la alimentación se utilizaron 18 comederos y 9 bebederos de arcilla enlosada

interiormente. En época de partos se colocó una cerca gazapera con un comedero de arcilla para los lactantes en cada poza de evaluación.

Los controles de pesos de los animales, del alimento balanceado se realizaron en una balanza digital de 5 kg. Para el control de alimento se utilizaron baldes con una capacidad de 2 kg y pesar el alimento se utilizó una bolsa donde se pesaron el alimento suministrado, residual. Para las labores de transporte de animales para los controles de peso, para el destete y limpiezas de pozas se utilizó una jaba de plástico de 34 cm de ancho, 52 cm de largo y 30 cm de alto.

3.2.1.4. Tratamientos

Se utilizaron las mismas dietas del Experimento I, siendo estos:

T1: Dieta integral sin - caroteno + forraje verde.

T2: Dieta integral sin - caroteno, sin forraje verde.

T3: Dieta integral + 30 mg – caroteno / kg, sin forraje verde.

El nivel de - caroteno utilizado fue determinado teniendo como referencia las recomendaciones (Lab Diet, 2014; Besenfelder et al., 1995) para dietas en cuyes y conejos respectivamente.

3.2.1.5. Dietas Experimentales

Se utilizaron las mismas dietas de reproductoras del Experimento 1. La composición porcentual y el valor nutritivo estimado de las dietas (base fresca) se presentan en el Cuadro 4, presentado anteriormente. En todas las dietas se adicionó ácido ascórbico (vitamina C) en el concentrado sin excepción alguna.

El alimento balanceado fue elaborado en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS), Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Los pellets tuvieron un diámetro de 12mm de longitud.

3.2.2. Métodos

3.2.2.1. Manejo de los animales y controles

Se pesaron a las hembras al destete del primer parto para tener la referencia del peso al empadre del segundo parto y posteriormente después del parto y del destete. Las crías fueron registradas y pesadas al nacimiento y al destete. Todos los días se revisaron las pozas para observar si se produjo algún aborto, si las crías destetadas y las madres murieron. Se revisaban mensualmente los machos para ver si no presentaban abscesos.

3.2.2.2. Alimentación de los animales

El suministro de alimento fue *ad libitum* para todos los tratamientos. Se evaluó el consumo de alimento de los animales hasta el destete. El forraje verde utilizado fue la chala, proveniente del mismo INIA, suministrado únicamente a los animales del tratamiento con alimentación mixta (tratamiento 1).

Se les brindó el forraje en las mañanas y fue de manera restringida, de acuerdo al peso que tenían los animales, equivalente al 10% del peso vivo de los animales, durante la gestación hasta los 200 gramos promedio/animal/día aproximadamente, una vez parieron las hembras durante la lactación lo brindado de chala fue 150 gramos promedio/animal/día aproximadamente.

El suministro de agua fue *ad libitum* y se realizó tres veces al día una en la mañana (8 am), al mediodía (12 pm) y en la tarde (3 pm), se lavó los bebederos diariamente con detergente y se los desinfectó con lejía para evitar problemas sanitarios.

El análisis químico proximal de las dietas fueron realizadas en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimento (LENA), Facultad de Zootecnia, UNALM. (Ver Cuadro 5)

3.2.2.3. Controles y Parámetros

Los controles que se fueron utilizados para determinar el comportamiento de los animales dentro de cada tratamiento fueron los mismos del Experimento 1:

- Número de hembras vivas y muertas al empadre, parto y lactancia.
- Porcentaje de abortos
- Tamaño de camada total al nacimiento (crías vivas y muertas sin considerar aborto).
- Tamaño de camada de crías nacidas vivas
- Tamaño de camada al destete.
- Pesos individuales de las reproductoras al inicio, empadre, parto y destete.
- Pesos individuales y totales de las crías al nacimiento y destete.

3.2.2.4. Sanidad y mortalidad

Terminado el destete de las crías del Primer parto, se realizó la limpieza de las pozas. Durante la gestación algunas hembras presentaron decaimiento y abortaron, se realizó la necropsia de la primera hembra en abortar y para descartar, se mandó a analizar. Las lesiones y los resultados de los exámenes microbiológicos determinaron la presencia de salmonella, los animales fueron tratados con sulfa en agua por tres días. Ver Anexo XXIV.

Por ser verano la presencia de moscas fue mayor, por lo que semanalmente se fumigaba las pozas con Cipermetrina, antes de brindar el alimento y el agua, para que estos no se vieran afectados.

3.2.2.5. Análisis Estadísticos

En el presente estudio se aplicó el análisis de variancia (ANVA) para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($\alpha = 0.05$), utilizando el diseño estadístico Completamente al Azar (DCA), para un total de tres tratamientos, con tres repeticiones cada uno y la prueba estadística de Tukey para determinar las diferencias entre medias de los tratamientos para los parámetros en estudio.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Unidad experimental.

μ = Media poblacional.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

e_{ij} = Error experimental.

Para la estabilización de la variancia, los valores expresados en porcentaje como fertilidad, abortos, mortalidad de las crías al nacimiento y al destete y la mortalidad de las reproductoras, fueron transformados en valores angulares, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Arcoseno} (\text{valor}/100)^{0.5}$$

Ya transformados estos valores, recién se realizó las pruebas estadísticas determinas para el presente trabajo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Experimento I: Primer Parto – Primavera

4.1.1. Parámetros Reproductivos

Los parámetros reproductivos del experimento 1 de la presente investigación fueron evaluados en reproductoras primerizas mejoradas en la estación de primavera. En el cuadro 5 se observan los resultados logrados por efecto de los tratamientos, donde ningún parámetro presentó diferencias estadísticas significativas. Pero cabe resaltar algunos datos importantes que se discutirán más adelante. En los Anexos V, VI y VII se puede observar el control que se realizó de las hembras, sobre el número de crías que nacían, vivas o muertas y las destetadas.

La fertilidad presentó un valor de 100% tanto para los animales del tratamiento T1 (integral + forraje), como para los animales de los tratamientos T2 y T3 con exclusión de forraje (integral e integral + - caroteno). Estos resultados son similares a los reportados por Sarmiento (2014) al evaluar el comportamiento de hembras en etapa de gestación bajo el sistema de alimentación integral y mixta, no encontró diferencias significativas reportando 100% de fertilidad para todos sus tratamientos. Por su parte Alejandro (2016) en la evaluación de niveles de energía en dos sistemas de alimentación, tampoco encontró diferencias entre sistemas de alimentación, pero las dietas con exclusión de forraje sólo alcanzaron un 80% de fertilidad, resultados que difieren de la presente investigación, debido probablemente a la premezcla de vitaminas y minerales, que se utilizó en la presente evaluación, la cual es una formulación específica para cuyes, mientras que Alejandro (2016) utilizó una premezcla para conejos.

En cuanto a los cuadros de abortos, no se presentó en ningún tratamiento, siendo estos datos similares a los reportados por Alejandro (2016) donde sólo presentó el 3.3% de abortos en los animales con dieta con exclusión de forraje y 2.7 Mcal de ED mientras que

Cuadro 5: Parámetros Reproductivos según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera)

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS	TRATAMIENTOS		
	T1 (integral + Forraje)	T2 (Integral)	T3 (Integral + - caroteno)
Fertilidad (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Abortos (%)	0	0	0
Tamaño de camada total promedio al nacimiento	4.27 ^a	3.31 ^a	3.21 ^a
Tamaño de camada promedio de crías vivas al nacimiento	4.01 ^a	3.13 ^a	3.00 ^a
Tamaño de camada promedio al destete	3.50 ^a	3.13 ^a	3.00 ^a
Mortalidad total de crías (%)	16.58 ^a	15.83 ^a	15.28 ^a
Mortalidad de crías al nacimiento (%)	4.79 ^a	15.83 ^a	15.28 ^a
Mortalidad de crías al destete (%)	12.7 ^a	0 ^a	0 ^a

en los animales con las dietas mixta con 2.7 y 2.9Mcal y la dieta con exclusión de forraje y 2.9Mcal no presentó cuadros de aborto, pudiendo estar más relacionado al nivel de energía, aun así no presentó diferencias significativas entre los tratamientos al igual que la presente investigación.

Los resultados obtenidos para los parámetros tamaño de camada no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo la información numérica para el tamaño de camada al nacimiento (vivos y muertos) se observó que el mayor valor lo lograron los animales del Tratamiento 1 (integral + forraje) con 4.27, mientras que los animales de los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + - caroteno) obtuvieron 3.31 y 3.21 respectivamente (diferencia que en porcentaje promedio sería 23.7% mayor en los animales que recibieron forraje verde a los que no lo recibieron), estos resultados concuerdan con lo expresado por Alejandro (2016), donde los valores más altos fueron en las dietas con inclusión de forraje obteniendo un tamaño de camada de 3.6 y 3.5, mientras que las dietas con exclusión de forraje obtuvieron valores de 3.2 en promedio, pero al igual que la presente investigación no se encontró diferencias significativas, por lo cual probablemente esté relacionado al consumo de forraje verde.

Similar comportamiento se observa para Tamaño de camada nacidas vivas y Tamaño de camada al destete, donde estadísticamente no hay diferencias, pero hay una mayor ventaja numérica en los animales de T1 (integral + forraje) para ambos parámetros con 4.01 y 3.50 crías vivas al parto y al destete respectivamente, mientras que para los animales de T2 (Integral) se obtuvo 3.13 crías vivas al parto y al destete y para T3 (integral + - caroteno) se obtuvo 3.00 crías vivas al parto y al destete, diferencia que en porcentaje promedio sería 23.5% mayor en los animales que recibieron forraje verde a los que no lo recibieron. Datos similares a los reportados por Alejandro (2016) donde las dietas con inclusión de forraje obtuvieron un mayor tamaño de camada nacidas vivas y destetadas (3.2 y 2.9), mientras que con exclusión de forraje obtuvo 2.8 de crías nacidas vivas y 2.6 de crías al destete, donde no hubo diferencias significativas, pero la presente investigación obtuvo resultados superiores a los reportados por Alejandro (2016), esto puede estar más relacionado con el manejo y genética de los animales, ya que fueron de una granja diferente.

En cuanto a la mortalidad total de las crías no se observó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, al nacimiento ni al destete. Sin embargo, para la

mortalidad al nacimiento al usar los alimentos integral e integral + - caroteno los valores fueron más elevados (15.83 y 15.28% respectivamente) a diferencia de lo observado en la dieta mixta (4.79%), relacionada más que todo con el tamaño de las crías al nacer, ya que las crías de los tratamientos con exclusión de forraje fueron de mayor tamaño (más de 160g) a diferencia de las crías con alimentación mixta, por lo que las madres se demoraron en parir y algunas crías morían asfixiadas al no poder salir a tiempo. Otra posible causa en todos los tratamientos puede ser la inexperiencia o falta de instinto materno, por ser hembras primerizas, ya que algunas de las madres no limpiaban las envolturas fetales y las crías morían de asfixia.

Alejandro (2016) reportó datos similares en la mortalidad de crías al nacimiento donde las dietas con exclusión de forraje obtuvieron una mortalidad de 12.3% mientras que las dietas con inclusión de forraje presentaron una mortalidad de 9.7% no encontrando diferencias significativas al igual que la presente investigación. Por otro lado Peruano (1999) reportó una mortalidad al nacimiento de 4.84% en dietas mixtas, el cual es semejante a la mortalidad del Tratamiento 1 (integral + forraje) de esta investigación.

Para la mortalidad al destete los animales del Tratamiento 1 (integral + forraje) son los que presentaron el valor más elevado con 12.7%, mientras que los animales de los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + - caroteno) obtuvieron un 0% de mortalidad. Esto puede deberse a que las crías recién nacidas de los tratamientos 2 y 3, no se les suministró forraje y por lo tanto no lo consumieron, ya que el forraje al encontrarse expuesto al medio ambiente, puede ser portador de bacterias que afectan a la cría recién nacida que no presenta todavía un sistema inmunológico adecuado, provocándoles diarreas y posteriormente la muerte; al respecto Chauca (2016) nos indica que la mayor mortalidad de crías durante la lactancia se da entre los días 1 y 4 de vida, donde el ciego del cuy no está totalmente preparado para digerir todavía la fibra del forraje, por lo cual esto puede ser una de las causas de muerte durante la lactación.

Peruano (1999) reportó que la mortalidad al destete con una dieta mixta es de 15.93%, mientras que Alejandro (2016) obtuvo 12.0% de mortalidad en los tratamientos con inclusión de forraje, mientras que para las dietas con exclusión de forraje fue menor con 7.8%, no encontró diferencias significativas al igual que en la presente investigación, pero los valores obtenidos para los tratamientos integrales fueron superiores a los presentados

por Alejandro (2016), esto más que todo puede estar relacionado con el manejo o la cantidad de animales por tratamiento, la genética de estos y el lugar.

4.1.2. Parámetros Productivos

En el cuadro 6 se presentan los resultados logrados por efecto de los tratamientos y mayor información se detalla en los Anexos II, III, IV, VIII, IX, X y XI. El análisis de los pesos promedios de las hembras al empadre reveló que no presentaron diferencia estadística entre tratamientos, siendo estos de 823 g, 830 g y 816 g para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, de las hembras a las 8 semanas, donde ya son aptas para el empadre, pesos que coinciden con los pesos al empadre de hembras primerizas reportados por Mamani (2015), los cuales están entre 803 g y 851 g.

Respecto a los pesos al parto, tampoco se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, pero se observa un ligero aumento de peso en los animales del Tratamiento 1 (integral + forraje) con 1327 g, mientras los tratamientos 2 y 3 (integral e integral + forraje) obtuvieron pesos de 1237 g y 1270g. Esta ligera diferencia puede estar relacionada a la cantidad de crías que se encontraban gestando las hembras que consumieron forraje, como se mostró en el cuadro de Parámetros Reproductivos donde obtuvieron mayor tamaño de camada al nacimiento. Solórzano (2014) utilizando hembras de primer parto evaluando sistemas de alimentación reportó pesos al parto de 1296.3 g para el sistema mixto y 1309.4 g para el sistema integral, donde no encontró diferencias estadísticas significativas, lo cual es similar a lo reportado en la presente investigación.

Para los pesos de las madres al destete tampoco presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Siendo los peso 1352 g para los animales de T1 (integral + forraje), 1230 g para T2 (integral) y 1288 g para T3 (integral + - caroteno). Solórzano (2014) tampoco encontró diferencias significativas entre sus sistemas de alimentación donde obtuvo pesos de 1311.1 g y 1323.8 g para su sistema mixto e integral respectivamente. Datos que coinciden con los presentados en la presente investigación. Pero sin embargo en esta investigación se pudo observar que hubo una mejora del peso del parto al destete para los animales de T1 y T3, pero no para los animales de T2, donde bajo ligeramente su peso. Lo mismo fue reportado por Mamani (2015), en primerizas, donde su sistema de alimentación mixta obtuvo mejoras en el peso del parto al destete de 1527.10 g a 1623.98 g, mientras

Cuadro 6: Parámetros Productivos según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera)

PARÁMETROS PRODUCTIVOS	TRATAMIENTOS		
	T1 (integral + Forraje)	T2 (Integral)	T3 (Integral + - caroteno)
MADRES			
Número de hembras empadradas	9	9	9
Número de hembras que parieron	8	8	8
Peso promedio de hembras al empadre (g)	823 ^a	830 ^a	816 ^a
Peso promedio de hembras al parto (g)	1327 ^a	1237 ^a	1270 ^a
Peso promedio de hembras al destete (g)	1352 ^a	1230 ^a	1288 ^a
Mortalidad de las reproductoras (%)	11.11 ^a	22.22 ^a	11.11 ^a
CRÍAS			
Peso promedio de crías al nacimiento (g)	142 ^a	138 ^a	165 ^a
Peso promedio de crías al destete (g)	283 ^a	259 ^a	292 ^a

que para el sistema integral no mejoró, esto probablemente porque la dieta integral no ayuda a cubrir algún nutriente fundamental para que pueda mejorar su condición corporal o por el estrés generado en el parto y la falta de forraje. Pero como se puede observar el T3 (integral + β - caroteno) logra ese aumento ligero de peso que el T2 (integral) no pudo lograr, esto probablemente esté relacionado con el efecto del β - caroteno como factor antioxidante, lo cual favorece al adecuado metabolismo en los animales.

Con respecto a la mortalidad de las madres tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, donde el Tratamiento 1 obtuvo 11.11% de mortalidad, el Tratamiento 2 obtuvo 22.22% y el Tratamiento 3 presentó 11.11%, equivalentes a 1,2 y 1 hembras respectivamente. La mortalidad registrada se debió más que todo, que se presentó un parto distócico por cada tratamiento y en el tratamiento 2 se reportó una muerte más pero al destete, donde la hembra murió por insuficiencia cardio-respiratoria (hidropericardio), el cual es más común en hembras mayores a 3 partos por el esfuerzo realizado por las hembras durante cada gestación, por lo que (Layme et al., 2011) indica que en hembras de primerizas el hidropericardio está relacionado con una salmonelosis.

En el cuadro 6 también se reportan los pesos de las crías al nacimiento y al destete donde en ambos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Para los pesos al nacimiento las crías presentaron pesos de 142 g, 138 g y 165 g para las crías de los Tratamientos 1 (integral + forraje), Tratamiento 2 (integral) y Tratamiento 3 (integral + β - caroteno) respectivamente. Mamani (2015) nos reporta pesos similares entre 151.85 g a 162.25 g, tampoco encontrando diferencias significativas entre tratamientos. Autores como Chauca (1997) reporta valores entre 126.1g y 159.3g para este parámetro, datos que coinciden con los obtenidos en la presente investigación. La ligera diferencia entre los pesos en los tratamientos puede estar relacionada con el tamaño de camada, ya que a mayor tamaño de camada (T1) las crías nacen con menores pesos.

Para el peso al destete (dos semanas de edad), los valores fueron de 283 g, 259 g y 292 g para las crías de los Tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Solórzano (2014), con un destete a las dos semanas de edad, reportó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los sistemas de alimentación donde el sistema integral obtuvo 322.5g, mientras que el sistema mixto obtuvo 314,4g, estos datos no son similares a lo presentado en la presente investigación en relación al T2, donde el peso fue el menor entre los tres tratamientos,

mientras T3 y T1 fueron los que mejores pesos presentaron, esto puede estar relacionado a la presencia de β -caroteno en la dieta y en el forraje, el cual fue un aporte adicional de Vitamina A el cual cumple un rol en el crecimiento animal.

4.1.3. Consumo de Alimento

En el cuadro 7, se muestran los valores promedio de consumos tal como ofrecido y materia seca de los animales en los tres tratamientos. En el Anexo XII podemos observar los consumos promedios de materia seca de balanceado por día por cada repetición respectivamente.

En el consumo de alimento balanceado tal como ofrecido, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + β -caroteno) los que obtuvieron mayor consumo de alimento balanceado con valores de 96 g y 95 g respectivamente, mientras que el Tratamiento 1 (integral + forraje) obtuvo un 85 g de consumo diario por reproductora, determinándose que el consumo de alimento es mayor cuando se utilizan sistemas de alimentación integral (T2 y T3), donde los animales no complementan su alimentación con el aporte de forraje verde, a diferencia de un sistema de alimentación mixta (T1). Datos similares reporta Solórzano (2014), donde su consumo de alimento balanceado es de 70.1 g para un sistema de alimentación mixta y 101.6 g para un sistema de alimentación integral. Mientras que Alejandro (2016) no reporta diferencias significativas ($P > 0.05$), para sus tratamientos con sistema integral y mixto donde sus consumo son 105.8 g y 108.9 g respectivamente.

Con respecto al consumo total de alimento balanceado por reproductora en tal como ofrecido, durante el periodo de evaluación, que duró entre 103 y 106 días, tomándose como inicio el empadre y como final el día de destete de la última cría de la poza, se registraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + β -caroteno) los que obtuvieron mayor consumo de alimento balanceado con valores de 9899 g y 10017 g respectivamente, mientras que el Tratamiento 1 (integral + forraje) obtuvo un 8844 g de consumo diario por reproductora. Estos datos están relacionados a la consumo de alimento tal como ofrecido reproductora/día comentado en el párrafo anterior.

Cuadro 7: Consumo promedio total de Materia Seca (MS), según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera)

CONSUMO DE ALIMENTO		TRATAMIENTOS		
		T1 (integral + Forraje)	T2 (Integral)	T3 (Integral + - caroteno)
Forraje (g)	Tal como ofrecido	135.18	0	0
	Materia seca	19.58	0	0
Balanceado (g)	Tal como ofrecido	85 ^b	96 ^a	95 ^a
	M.S.	76 ^b	86 ^a	84 ^a
Días de consumo promedio		104	103	106
Consumo promedio total de alimento balanceado por reproductora en Tal como ofrecido (g).		8844 ^b	9899 ^a	10017 ^a
Consumo promedio por reproductora/día de Materia seca (g)		95 ^a	86 ^b	84 ^b
Consumo promedio total por reproductora en Materia seca (g)		9925 ^a	8830 ^b	8936 ^b

^{a,b} letras diferentes en la misma fila, indican que existe diferencia estadística (P<0.05)

En cuanto al consumo promedio diario de materia seca por reproductora, también se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Siendo el Tratamiento 1 (integral + forraje), el que presentó mayor consumo de materia seca con 95 g, mientras que los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + - caroteno), reportaron menor consumo con 86 g y 84 g respectivamente, esta diferencia se debe a que los cuyes completan su alimentación con el aporte del forraje en materia seca. Datos que concuerdan con lo reportado por Alejandro (2016) donde encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sus sistemas de alimentación siendo la alimentación mixta la que mayor consumo promedio de materia seca obtuvo con 123.2 g, mientras que el sistema de alimentación integral obtuvo 95.2 g. Mamani (2015) reportó un consumo diario de materia seca con alimentación mixta de 99.22 g y con alimentación integral 83.72 g datos que son similares a los presentados en la presente investigación.

Con respecto al consumo total de materia seca por reproductora, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Siendo el Tratamiento 1 (integral + forraje), el que presentó mayor consumo de materia seca con 9925 g, mientras que los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + - caroteno), reportaron menor consumo con 8830 g y 8935 g, datos que están relacionado a lo expuesto en el párrafo anterior, donde los sistemas de alimentación mixta obtienen mayor consumo de materia seca por el aporte del forraje.

4.1.4. Análisis de Costos

Los costos de la presente evaluación, se refieren al gasto por madre obtenido únicamente por efecto del consumo de alimento (balanceado / forraje), multiplicado por su respectivo precio. Además se calculó el costo por cuy destetado. En los cuadros 8 y 9 se muestran los de costo de alimentación por reproductora y por cuy destetado en los tres tratamientos.

Los resultados muestran que el costo de alimentación por reproductora durante el Experimento 1 (14 semanas), fue superior para los animales que recibieron las dietas integral + forraje e integral + - caroteno con valores de S/. 13.6 y S/. 14.0 respectivamente, a diferencia de la dieta solo integral con S/. 12.9, influenciada por los días de consumo del alimento.

Cuadro 8: Costo total de alimentación por madre en soles, según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera)

Tratamientos		T1 integral + forraje	T2 integral	T3 integral + - caroteno
Forraje (chala)	Cantidad (kg)*	14.0	-	-
	Costo/kg (S/.)	0.15	-	-
	Costo total	2.1	-	-
Balanceado	Cantidad (kg)*	8.84	9.90	10.01
	Costo/kg (S/.)	1.30	1.30	1.40
	Costo total	11.5	12.9	14.0
Costo total por reproductora (S/.)		13.6	12.9	14.0

*Cantidades en tal como ofrecido

Cuadro 9: Costo total de alimentación por cría destetada en soles, según Tratamientos en Experimento 1 (Primer Parto – Primavera)

Tratamientos	T1 integral + forraje	T2 integral	T3 integral + - caroteno
Costo por reproductora evaluada (S/.) *	13.6	12.9	14.0
Costo total de producción (alimento + mano obra + otros)	20.0	18.9	20.6
Crías logradas por reproductora evaluada	3.5	3.13	3.0
Costo total por cuy destetado (S/.)	5.72	6.05	6.87

*Equivale al 68% costo de producción

El costo por cuy destetado se observó más alto en los tratamiento 2 y 3 (integral e integral + - caroteno) con valores de S/. 6.05 y S/. 6.87 respectivamente, mientras que el tratamiento 1 (integral + forraje) obtuvo un valor de S/. 5.72, estas diferencias están relacionadas al mayor tamaño de camada que se presentó en el tratamiento 1, razón por la cual se obtiene un bajo costo por cuy destetado.

Cabe recalcar que a pesar de tener un valor de 6.05 soles por cuy destetado, la dieta sólo integral, es el que presenta un menor costo por reproductora con 12.9 soles. La dieta con - caroteno presentó los valores más altos para cuyes destetados y reproductoras con 6.87 y 14.0 respectivamente, pero junto con el forraje con un costo por reproductora de 13.6 y costo por cuy destetado de 5.72, son los tratamientos que presentaron los mejores valores en cuanto a los parámetros productivos (peso de las madres y de las crías).

Mamani (2015) nos indica que para sus tratamiento con un sistema mixto obtuvo valores entre 4.48 y 5.55 nuevos por cuy destetados, mientras que para una alimentación integral fueron entre 5.63 y 6.49 nuevos soles por cuy destetado, datos que son casi similares a los presentados en la presente investigación, lo que nos permite concluir que económicamente el sistema integral difiere en costos al sistema mixto.

4.2. Experimento II: Segundo Parto – Verano

4.2.1. Parámetros Reproductivos

Los parámetros reproductivos del experimento 2 de la presente investigación fueron evaluados en reproductoras de segundo parto mejoradas, con las hembras con las que se realizó el experimento 1. En el cuadro 10 se observan los resultados logrados por efecto de los tratamientos, donde ningún parámetro presentó diferencias estadísticas. Pero cabe resaltar algunos datos importantes que se discutirán más adelante. En los Anexos XVI, XVII y XVIII se puede observar el control que se llevaba de las hembras, sobre el número de crías que nacían, vivas o muertas y las destetadas, mientras que en los Anexos XIII, XIV y XV a parte de los pesos de las madres, se puede observar cuales parieron y cuales abortaron.

Cuadro 10: Parámetros Reproductivos según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano)

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS	TRATAMIENTOS		
	T1 (integral + Forraje)	T2 (Integral)	T3 (Integral + - caroteno)
Fertilidad (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Abortos (%)	16.67 ^a	16.67 ^a	0 ^a
Tamaño de camada total promedio al nacimiento	3.78 ^a	3.11 ^a	3.06 ^a
Tamaño de camada promedio de crías vivas al nacimiento	2.90 ^a	2.43 ^a	2.50 ^a
Tamaño de camada promedio al destete	2.22 ^a	1.60 ^a	1.89 ^a
Mortalidad total de crías (%)	41.11 ^a	48.72 ^a	37.90 ^a
Mortalidad de crías al nacimiento (%)	22.78 ^a	14.40 ^a	19.25 ^a
Mortalidad de crías al destete (%)	23.61 ^a	37.41 ^a	22.86 ^a

La fertilidad que se presentó fue de 100% tanto para los animales del Tratamiento 1 (integral + forraje), como para los animales de los Tratamientos 2 y 3 con exclusión de forraje (integral e integral + - caroteno). Los resultados obtenidos en la presente investigación se asemejan a los obtenidos por Solórzano (2014), el presentó rangos de fertilidad de 97.8% a 100%, en sus sistemas de alimentación, no obteniendo diferencias estadísticas significativas.

En cuanto a los cuadros de abortos, se presentó en los animales de los Tratamiento 1 y 2 (integral + forraje y solo integral respectivamente) con 16.67% (equivalente a una hembra por tratamiento), mientras que en el Tratamiento 3 (integral + - caroteno) la incidencia de aborto fue de 0%. Besenfelder et al., (1995) en un experimento con conejos en etapa reproductiva nos indica que el efecto del - caroteno en la reproducción está más que todo relacionado con el metabolismo de la vitamina A, como una fuente extra de esta vitamina, ya que el crecimiento y desarrollo folicular, la ovulación y el mantenimiento de la gestación (permanencia del cuerpo lúteo) requieren grandes cantidades de Vitamina A.

Siendo el verano con temperaturas por encima de 25°C una temporada muy estresante para los cuyes, Quintela et al., (2008) nos indica que la principal función del - caroteno en el organismo y de la que derivan la mayor parte de sus efectos, es su acción antioxidante, eliminando los radicales libres del organismos que tienen una preferencia más que todo por el aparato reproductor de los animales, esto nos podría indicar un efecto beneficioso para los animales en épocas de calor. Levrouw (1996) nos indica que los niveles de - caroteno en el forraje va a variar de acuerdo a la calidad del forraje, como es administrado y a la época del año, mientras el forraje se encuentre más seco los niveles de - caroteno en este van a ser menores a diferencia de forraje verde, por lo tanto en la época de verano, por la temperatura aumentada, los forrajes tienden a secarse más rápido y esto va a tener un efecto sobre los niveles de - caroteno presentes en este. Lo cual concuerda con los resultados presentados en el Experimento 2 a diferencia del Experimento 1.

En la presente investigación a pesar de que la diferencia no es significativa la presencia de aborto puede estar relacionada al verano y a la ausencia y deficiencia de - caroteno en la dieta y el forraje respectivamente. Por otro lado Solórzano (2014) en la investigación de tres sistemas de alimentación en cuyes realizado entre los meses de febrero y junio no reportó diferencias significativas entre las dietas con y sin forraje, pero la única dieta que

presentó incidencia de aborto fue la integral con un 3.3% equivalente a 1 hembra, datos que son similares a la presente investigación.

Los resultados obtenidos para los parámetros tamaño de camada no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, para el tamaño de camada al nacimiento (vivo y muertos) se observó que el mejor valor numérico lo obtuvieron los animales del Tratamiento 1 (integral + forraje) con 3.78, mientras que en los Tratamiento 2 y 3 (integral e integral + - caroteno) obtuvo un valor inferior con 3.11 y 3.06 respectivamente (diferencia que en porcentaje promedio sería 18.5% mayor en los animales que recibieron forraje verde a los que no lo recibieron). Por su parte Mamani (2015) al evaluar el tamaño de camada al nacimiento en diferentes sistemas de alimentación obtuvo 3.70 para alimentación mixta y 3.06 para alimentación integral, no encontrando diferencias estadísticas significativas, datos que concuerdan con la presente investigación.

Por otro lado Solórzano (2014) obtuvo tamaños de camada entre 2.3 y 2.5 entre sus sistemas de alimentación, estos datos no concuerdan con la presente investigación, que puede estar relacionado a lo citado por Ealy (1993) donde nos indica que el estrés por calor provoca un incremento de la mortalidad embrionaria y al igual que otros animales Matherne (1987) indica que el cuy por estrés puede presentar cuadros de reabsorción embrionaria, esto explica la gran diferencia entre los tamaños de camada al nacimiento entre el experimento 1 y el 2.

Similar comportamiento se observa para el Tamaño de camada nacidas vivas, donde podemos observar que estadísticamente no hay diferencias significativas, pero hay una ventaja numérica en los animales del T1 (integral + forraje) con 2.90 crías vivas al parto, mientras que en el Tratamiento 2 y 3 (integral e integral + - caroteno) son 2.43 y 2.50 respectivamente (diferencia que en porcentaje promedio sería 15% mayor en los animales que recibieron forraje verde a los que no lo recibieron).

Según literatura Chauca (2014) nos indica que los tamaños de camada en época de verano y otoño son menores a los de primavera siendo este de 2.90 y 2.44, dato similar a lo obtenido en la presente investigación para todos los tratamientos. Por otro lado Solórzano (2014) para tamaño de camada de crías vivas al nacimiento obtuvo valores entre 2.0 y 2.2

para todos sus sistemas de alimentación no encontrando diferencias significativas entre ellos. Datos similares a los de la presente investigación.

Para el tamaño de camada al destete, fue similar a lo antes mencionado, no hay diferencias estadísticas significativas, pero hay una ventaja numérica en el T1 (integral + forraje) con 2.22 crías al destete, mientras que para el Tratamiento 2 y 3 (integral e integral + β -caroteno) son 1.60 y 1.89 al destete respectivamente (diferencias que en porcentaje serían 28% mayor en la dieta con forraje a la dieta sólo integral y 15% mayor a la dieta con β -caroteno, mientras que el valor fue 15% mayor en los animales con β -caroteno a diferencia de la dieta solo integral). Solórzano (2014) para tamaño de camada al destete obtuvo valores entre 1.8 y 2.0 para todos sus sistemas de alimentación no encontrando diferencias significativas entre ellos. Datos similares a los de la presente investigación.

Respecto a la mortalidad total de crías no se presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos, tanto en la mortalidad de las crías al nacimiento como al destete no se encontraron diferencias significativas. Para la mortalidad al nacimiento los tres tratamientos presentaron valores aproximados de 22.78% para T1, 19.25% para T3 y 14.40% para T2 esta diferencia puede estar más relacionada a la cantidad de crías que nacieron por tratamiento que a las dietas mismas. Solórzano (2014) reportó para su sistema integral una mortalidad al nacimiento de 16.2% dato similar a los tratamientos 2 y 3 de la presente investigación, mientras que para el sistema de alimentación mixto obtuvo valores menores con 11.1% a diferencia del tratamiento 1 de la presente investigación que fue más elevado, en donde se pudo observar que la mayoría de las crías que murieron todavía no fueron limpiadas por la madre.

A diferencia del Experimento 1, en este se observó que las madres presentaban mayores problemas a la hora de parir, por lo que probablemente el calor influya en su comportamiento durante el parto.

En la mortalidad al destete la dieta integral es el que presentó el valor más elevado con 37.41%, a diferencia de las dietas balanceado + forraje e integral + β -caroteno con valores de 23.61% y 22.86% de mortalidad respectivamente. Esta elevada mortalidad que se presentó en la lactación, está más que todo relacionada la estación de verano, ya que las madres consumían menor cantidad de alimento y por lo tanto la cantidad de nutrientes

necesarios para su gestación no era suficiente para cubrir esta etapa reproductiva, por lo cual se pudo observar que las crías nacían muy débiles y no podían sobrevivir, sin embargo los tratamientos 1 y 3 no tuvieron mortalidades tan elevadas como el tratamiento 2, donde se puede pensar en el rol del β -caroteno ausente en el Tratamiento 2. Por estos motivos se puede observar que el tamaño de camada al destete fue bajo para este experimento a diferencia del experimento 1.

Por otra parte Solórzano (2014) reportó mortalidades de 3.1% y 3.5% para sus sistemas de alimentación datos que no coinciden por los reportados en la presente investigación, debido a que la gestación fue llevada durante todo el verano a diferencia de Solórzano (2014), que comenzó en Marzo.

4.2.2. Parámetros Productivos

En el cuadro 11 se presentan los resultados logrados por efecto de los tratamientos y mayor información se detalla en los Anexos XIII, XIV, XV, XIX, XX, XXI y XXII. El análisis de los pesos promedios de las hembras al empadre reveló que no presentaron diferencia estadística entre tratamientos, siendo estos de 1352 g, 1230 g y 1288 g para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, estos son los pesos que alcanzaron las hembras en el destete presentado en el primer parto (Experimento 1). Alejandro (2016) reportó en hembras de segundo parto pesos entre 1250.3 g a 1315.2 g entre sus tratamientos datos que coinciden con la presente investigación. Autores como Chauca et al., (2008) consideran 1282.3 g (\pm) 200.0 como peso de empadre para hembras de segundo parto.

Respecto a los pesos al parto, tampoco se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo estos de 1504 g, 1437 g y 1517 g para los animales de los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Alejandro (2016) para hembras de segundo parto reportó pesos entre 1800.0 g y 1839.1 g entre sus tratamientos, siendo estos pesos superiores a los presentados en la presente investigación, lo que se debe al sistema de empadre, ya que Alejandro (2016) utilizó un sistema de empadre controlado, mientras que en el Experimento 2 se utilizó un sistema de empadre continuo. Por otro lado Peruano (1999) al evaluar hembras hasta su cuarto parto, obtuvo en su segundo parto un peso promedio de 1354.74 g, pero a diferencia de Alejandro (2016), él utilizó un sistema de empadre continuo, similar a presente investigación.

Cuadro 11: Parámetros Productivos según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano)

PARÁMETROS PRODUCTIVOS	TRATAMIENTOS		
	T1 (Integral + Forraje)	T2 (Integral)	T3 (Integral + - caroteno)
MADRES			
Número de hembras empadradas	8	7	8
Número de hembras que parieron	7	6	7
Peso promedio hembras empadre	1352 ^a	1230 ^a	1288 ^a
Peso promedio de hembras al parto (g)	1504 ^a	1437 ^a	1517 ^a
Peso promedio de hembras al destete (g)	1580 ^a	1362 ^b	1557 ^a
Mortalidad de las reproductoras (%)	16.67 ^a	16.67 ^a	0.00 ^a
CRÍAS			
Peso promedio de crías al nacimiento (g)	117 ^a	114 ^a	125 ^a
Peso promedio de crías al destete (g)	265 ^a	307 ^a	279 ^a

Para los pesos de las madres al destete se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los animales de los Tratamientos 1 y 3 (integral + forraje e integral + β -caroteno) con el Tratamiento 2 (integral). Siendo los pesos 1580 g y 1557 g para T1 y T3 respectivamente y 1362 g para T2. Como se puede observar los Tratamientos 1 y 3 las madres lograron mantener el peso al parto (ligero aumento de peso), por otro lado el Tratamiento 2 si presentó una caída notoria de peso al destete. Esto relacionado al bajo consumo de alimento que presentaron los animales en todos los tratamientos como se verá más adelante, a esto sumándole el estrés por calor, el estrés por la gestación, por el parto, llegando los animales a no cubrir sus requerimientos para una buena lactación, bajando su condición corporal.

Mientras que los tratamientos 1 y 3 tienen algo en común la presencia de β -caroteno en la dieta ya sea por el aporte de forraje o en el balanceado, pudiéndosele atribuir el mantenimiento de los pesos al efecto del β -caroteno como antioxidante, para un adecuado metabolismo de los animales. Por otra parte Alejandro (2016) no encontró diferencias significativas entre sus sistemas de alimentación con pesos de 1752.4 g y 1863.2 g, pesos que fueron superiores a la siguiente investigación, relacionado más que todo al peso que presentaron sus hembras al parto y a la época de gestación.

Con respecto a la mortalidad de las madres no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, donde la dieta mixta obtuvo 16.67% de mortalidad (equivalente a 1 madre), el solo integral obtuvo 16.67% (equivalente a 1 madre) y la dieta con β -caroteno presentó 0.0%. La mortalidad fue registrada en la etapa de gestación, donde se debió más que todo a la presencia de abortos durante el último tercio de la gestación, la necropsia realizada a los animales indicó que presentaron salmonelosis, la cual fue la causante del aborto, a esto se le puede sumar también el efecto del verano, que es la época del año donde los cuyes presentan la mayor parte de abortos o como se mencionó en el cuadro anterior a la ausencia o deficiencia de β -caroteno, como factor antioxidante.

En el cuadro 11 también se reportan los pesos de las crías al nacimiento y al destete donde en ambos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Para los pesos al nacimiento las crías presentaron pesos de 117 g, 114 g y 125 g para los animales de los Tratamientos 1 (integral + forraje), Tratamiento 2 (integral) y Tratamiento 3 (integral + β -caroteno) respectivamente. Solórzano (2014) reportó pesos al nacimiento entre 166.5 g y

172.5 g para sus sistemas de alimentación donde tampoco encontró diferencias significativas entre tratamientos.

Algo similar presentó Alejandro (2016) para hembras de segundo parto el peso de las crías fue de 166.3 g y 157.5 g, donde tampoco encontró diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo ambos resultados se encuentran por encima de lo observado por la presente investigación, esta diferencia de pesos está relacionada con el bajo consumo de las madres, por la época de verano, por lo cual las crías nacían débiles y con bajos pesos al no desarrollarse correctamente en la gestación.

Para el peso al destete los valores fueron de 265 g, 307 g y 279 g para las crías de los Tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Donde tampoco se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Pero se puede observar que el Tratamiento 2 (integral), fue el que presentó el peso más alto, esto se debe más que todo al tamaño de camada, donde el número de crías sobrevivientes durante la etapa de lactación fue menor al de los otros tratamientos, por lo que no hubo mucha competencia entre las crías para poder alimentarse adecuadamente. Autores como Chauca (2014) indica que los pesos de al destete de las crías tiene un rango dentro de 263 g (TC 5) a 429 g (TC 1), con un promedio de 306g, por lo cual los datos de la presente investigación se encuentran entre esos rangos.

4.2.3. Consumo de Alimento

En el cuadro 12, se muestran los valores promedio de consumos tal como ofrecido y materia seca de los animales en los tres tratamientos. En el Anexo XXIII podemos observar los consumos promedios de materia seca de balanceado por día por cada repetición respectivamente.

En el consumo de alimento balanceado tal como ofrecido, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + - caroteno) los que obtuvieron mayor consumo de alimento balanceado con 65 g cada uno, mientras que el Tratamiento 1 (integral + forraje) obtuvo un 54 g de consumo diario por reproductora, determinándose que el consumo de alimento es mayor cuando se utilizan sistemas de alimentación integral como es el caso los Tratamientos 2 y 3, donde los animales no complementan su alimentación con el aporte de forraje verde, a diferencia

Cuadro 12: Consumo promedio total de Materia Seca (MS), según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano)

CONSUMO DE ALIMENTO		TRATAMIENTOS		
		T1 (integral + Forraje)	T2 (Integral)	T3 (Integral + - caroteno)
Forraje (g)	Tal como ofrecido	157.99	0	0
	Materia seca	25.5	0	0
Balanceado (g)	Tal como ofrecido	54 ^b	65 ^a	65 ^a
	Materia seca	48 ^b	58 ^a	58 ^a
Días de consumo		95	96	98
Consumo promedio total de alimento balanceado por reproductora en Tal como ofrecido (g)		5141 ^b	6202 ^a	6343 ^a
Consumo promedio por reproductora/día de Materia seca (g)		74 ^a	58 ^b	58 ^b
Consumo promedio total por reproductora en Materia seca (g)		7009 ^a	5582 ^b	5658 ^b

^{a,b} letras diferentes en la misma fila, indican que existe diferencia estadística (P<0.05)

de un sistema de alimentación mixta como el Tratamiento 1. Vergara (2008) nos indica que el consumo de alimento en tal como ofrecido es de 82.29 g diarios por cuy, pero como se puede observar en la presente investigación estos valores son inferiores.

Lo mismo podemos observar en el consumo total de alimento balanceado por reproductora en tal como ofrecido, durante el periodo de evaluación, que duro entre 95 y 98 días, tomándose como inicio el ultimo destete del primer parto y como final el día de destete de la última cría de la poza, donde se registraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, siendo las dietas integral e integral + - caroteno las que obtuvieron mayor consumo de alimento balanceado con valores de 6202 g y 6343 g respectivamente, mientras la dieta balanceado + forraje un 5141 g de consumo diario por reproductora.

La causa principal de esto está relacionada al verano, donde los animales consumen menos concentrado que en otras épocas del año. Chauca et al. (2012) nos indica que el consumo de alimento es menor en cuyes en verano que en invierno en una investigación realizada en 2011 en cuyes en crecimiento donde el consumo fue de 1974.4 g en verano mientras que en invierno fue 2395.4 g, donde se puede observar la diferencia entre consumos.

En cuanto al consumo promedio diario de materia seca por reproductora, también se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Siendo los animales del Tratamiento 1 (integral + forraje), el que presentó mayor consumo de materia seca con 74 g, mientras que en los Tratamientos 2 y 3 (integral e integral + - caroteno), reportaron menor consumo con 58 g cada uno, esta diferencia se debe a que los cuyes completan su alimentación con el aporte del forraje en materia seca.

Lo mismo sucede con respecto al consumo total de materia seca por reproductora, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Donde los animales que consumieron forraje fueron los que presentaron mayor consumo de materia seca con 7009 g, mientras que los animales alimentados con solo integral e integral + - caroteno, reportaron menor consumo con 5582 g y 5652 g respectivamente. Al igual que lo presentado anteriormente estos bajos consumos se deben al efecto del verano. Este bajo consumo de alimento es uno de los causantes de los bajos parámetros reproductivos

obtenidos en este segundo experimento, ya que los animales no cubrían los requerimientos nutricionales necesarios para llevar satisfactoriamente una gestación y lactación.

4.2.4. Análisis de Costos

Los costos del Experimento 2, se refieren al gasto por madre obtenido únicamente por efecto del consumo de alimento (balanceado / forraje), multiplicado por su respectivo precio. Además se calculó el costo por cuy destetado, considerando solo el gasto por alimentación de las madres en cada tratamiento. En los cuadros 13 y 14 se muestran los de costo de alimentación por reproductora y por cuy destetado en los tres tratamientos.

Los resultados muestran que el costo de alimentación por reproductora durante el Experimento 2 (13 semanas), fue mayor para los tratamientos 1 y 3 (integral + forraje e integral + - caroteno) con valores de S/. 8.9 para ambos, a diferencia del tratamiento 2 (integral) con S/. 8.1, esta diferencia está influenciada por el consumo de alimento, que a pesar de que los tres tratamientos presentaron consumos muy bajos, para cuyes reproductoras de segundo parto, el tratamiento 2 fue entre los tres el que menor consumo de alimento presentó.

El costo por cuy destetado se observó más bajo en los tratamiento 1 con S/. 5.75, luego el tratamiento 3 (integral + - caroteno) con S/. 6.71, mientras que el tratamiento 2 (integral) obtuvo un valor de S/. 7.20, estas diferencias están relacionadas al menor tamaño de camada que se presentó en el tratamiento 2, razón por la cual se obtiene un alto costo por cuy destetado. Cabe recalcar que a pesar de tener un valor bajo por reproductora de 8.1 soles, la dieta de sólo integral, es la que presenta los peores parámetros tanto reproductivos como productivos, viéndose reflejado en el costo por cuy destetado que mayor a diferencia de los otros dos tratamientos.

Mientras que los tratamientos que presentaron los costos más altos para reproductoras y más bajos para cuyes destetados fueron las dietas integral + forraje e integral + - caroteno con valores de 8.9 para reproductoras y 5.75 y 6.71 para cuyes destetados respectivamente, fueron los que presentaron los mejores resultados en cuanto a los parámetros reproductivos y productivos en el experimento 2, a pesar que estos se vieron muy afectados por la época de verano.

Cuadro 13: Costo total de alimentación por cuy hembra en nuevos soles, según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano)

Tratamientos		T1 integral + forraje	T2 integral	T3 integral + - caroteno
Forraje (chala)	Cantidad (kg)*	15.0	-	-
	Costo/kg (S/.)	0.15	-	-
	Costo total	2.1	-	-
Balanceado	Cantidad (kg)*	5.14	6.20	6.34
	Costo/kg (S/.)	1.30	1.30	1.40
	Costo total	6.7	8.1	8.9
Costo total por reproductora (S/.)		8.9	8.1	8.9

*Cantidades en tal como ofrecido

Cuadro 14: Costo total de alimentación por cuy destetado en nuevos soles, según Tratamientos en Experimento 2 (Segundo Parto – Verano)

Tratamientos	T1 integral + forraje	T2 integral	T3 integral + - caroteno
Costo por reproductora evaluada (S/.) *	8.9	8.1	8.9
Costo total de producción (alimento + mano obra + otros)	12.76	11.51	12.68
Crías logradas por reproductora evaluada	2.22	1.6	1.89
Costo total por cuy destetado (S/.)	5.75	7.20	6.71

*Equivale al 68% costo de producción

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio, se puede llegar a las siguientes conclusiones.

1. La suplementación de - caroteno en la dieta de las reproductoras de 1er parto en primavera, alimentadas con exclusión de forraje verde, no mejoró los parámetros reproductivos y productivos.
2. La suplementación de - caroteno en la dieta de las reproductoras de 2do parto en verano, alimentadas con exclusión de forraje verde, no mejoró los parámetros reproductivos y productivos.
3. La suplementación de - caroteno en la dieta de las reproductoras de 2do parto en verano, alimentadas con exclusión de forraje verde, sí mejoró el peso de la madre al destete a comparación de la dieta sin - caroteno.

VI. RECOMENDACIONES

Las condiciones en que se ha desarrollado el presente estudio, han permitido llegar a las siguientes recomendaciones.

1. Se recomienda el uso de β -caroteno en la dieta con exclusión de forraje verde para cuyes en la etapa reproductiva bajo condiciones de verano.
2. Evaluar diferentes niveles de β -caroteno en las dietas con exclusión de forraje, para determinar con el nivel adecuado que mejore los parámetros reproductivos como productivos.
3. Evaluar en época de verano la suplementación de β -caroteno en un sistema de alimentación mixta, para determinar sus beneficios.
4. Evaluar la fertilidad en cuyes machos reproductores con dietas balanceadas con exclusión de forraje pero con la suplementación de β -caroteno, en especial en la época de verano, donde probablemente ellos también se vean afectados.

VII. BIBLIOGRAFÍA

AGARWALL, A., ALLAMANENI, SRR. 2004. Oxidants and antioxidants in human fertility. Middle East Fertil. Soc. 9:187-197.

AHLISWEDE, L., LOTTHAMMER, K. H. 1978. Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes (Investigación sobre el efecto específico del β -caroteno independiente de la vitamina A sobre la fertilidad bovina). Dtch. Tierarztl Wochenschr. 85:7-12.

AKAR, Y., GAZIOGLU, A. 2006. Relationship between vitamin A and β -carotene levels during the postpartum period and fertility parameters in cows with and without retained placenta. Bull Vet. Inst. Pullavy 50:93-96.

AKSAKAL, M., KARAKILCIK, A. Z., KALKAN, C., CAY, M., NAZIROGLU, M. 1995. Levels of β -carotene and vitamin E at various stages of reproductivity in cows. Turk. Vet. Anim. Sci. 19: 59-64.

ALEJANDRO, P. 2016. Evaluación de niveles de energía digestible en dos sistemas de alimentación en reproducción de cuyes (*cavia porcellus*). Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina.

ALEXANDER, M., NEWMARK, H., MILLER, RG. 1985. Oral β -carotene can increase the number of OKT4+ cells in human blood. Immunol Lett. 9:221-24.

ALIAGA, R. L., MONCAYO, G. R., RICO, N. E., CAYCEDO, V. A. 2009. PRODUCCIÓN DE CUYES. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima, Perú.

ALMONTE, L. 2001. Producción de cuyes (*cavia porcellus*) con tres raciones de engorde. Tesis Grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.

- ARECHIGA, C. F., EALY, A. D., HANSEN, P. J. 1995. Evidence that glutathione is involved in thermotolerance of preimplantation murine embryos. *Biol. Reprod.* 52: 1296-1301.
- ARECHIGA, C. F., STAPLES, C. R., MCDOWELL, L. R., HANSEN, P. J. 1998. Effects of timed insemination and supplemental β -carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. *J Dairy Sci.* 81:390-402.
- ARIKAN, S., RODWAY, R. G. 2001. Seasonal variation in bovine luteal concentrations of β -carotene. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 25:165-168.
- ASCARELLI, I., EDELMAN, Z., ROSENBERG, M., FOLMAN, Y. 1985. Effect of dietary carotene on fertility of high-yielding dairy cows. *Anim. Prod.* 40:195-207.
- BADINGA, L. R., COLLIER, R. J., THATCHER, W. W., WILCOX, C. J. 1985. Effect of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68: 78-85.
- BENDICH, A., OLSON, J. A. 1989. Biological actions of carotenoids. *FASEB J.* 3: 1927-1932.
- BENITO, D., VERGARA, V. (2007) Evaluación de diferentes niveles de vitamina C en cuyes raza Perú PPC durante su lactancia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú
- BESENFELDER, U., SOLTI, L., SEREGI, J., MILLER, M., BREM, G. 1995. Different roles for β -carotene and Vitamin A in the reproduction of rabbits. *Theriogenology* 45:158-1591.
- BINDAS, E. M., GWAZDAUSKAS, F. C., MCGUILLARD, M. L., POLAN, C. E. 1984. Progesterone responses to human chorionic gonadotropin in dairy cattle supplemented with β -carotene. *J. Dairy Sci.* 67:2978-2985.

BONOMI, A., QUARANTELLI, A., SABBIONI, A., SUPERCHI, P. 1994. Inclusion of β -carotene rumen-protected in diets of cows and the effect in the efficiency productive and reproductive. Riv. Soc. Ital. Sci. Aliment. 23:233-249.

BRIEF, S., CHEW, BP. 1985. Effects of vitamin A and β -carotene on reproductive performance in gilts. J. Anim. Sci. 60:998-1004.

CASTRO, J. Y CHIRINOS, D. 1997. Nutrición y Alimentación de Cuyes. 1era Edición, Huancayo – Perú.

CAYCEDO, A. 2000. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo tecnológico de la especie. Universidad de Nariño. Pasto – Colombia.

CHAUCA, F. L. 1997. Producción de Cuyes (*cavia porcellus*). Producción y Sanidad animal 138. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

CHAUCA, F. L. 2014. MANUAL DE PRODUCCIÓN DE CUYES. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

CHAUCA, L. 2016. Producción de cuyes en África: Perspectivas y posibilidades de cooperación desde el Perú. UNALM –INIA. Seminario de cuyes.

CHAUCA, L., HIGAONA, R., MUSCARI, J. 2004. Manejo de cuyes. Ministerio de Agricultura – INIA. Boletín Técnico N° 1, pág. 47.

CHAUCA, L., LEVANO, M., HIGAONNA, R., SARAVIDA, J. 1992. Efecto del Agua de bebida en la producción de cuyes hembras en empadre. Estación Experimental Agropecuaria La Molina – INIA.

CHAUCA, L., REMIGIO, R., VALVERDE, N., VERGARA, R. 2008. Evaluación de raciones para cuyes (*cavia porcellus*) reproductoras y lactantes de las razas Perú y cruzados. INIA-UNALM. APPA 2008.

CHAUCA, L., VERGARA, R., ALTAMIRANO, W., REYNAGA, M. 2012. Efecto de la alimentación en el crecimiento de cuyes sintéticos P-0.6312 en verano e invierno en la costa central. INIA – UNALM. Revista AGRO ENFOQUE.

CHAUCA, F. L., ZALDIVAR, M., MUSCARI, J., HIGAONA, R., GAMARRA, J., FLORIAN, A. 1994. PROYECTO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CUYES. TOMO I. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

CHAWKA, R., KAUR, H. 2004. Plasma antioxidant vitamin status of periparturient cows supplemented with alfatocopherol and β -carotene. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114:279-285.

CHEW, B. P. 1987. Immune function: relationship of nutrition and disease control. Vitamin A and β -carotene on host defense. *J. Dairy Sci.* 70: 2732-2743.

CHEW, B. P., ARCHER, R. G. 1983. Comparative role of vitamin A and β -carotene on reproduction and neonate survival in rats. *Theriogenology* 20:459-472.

CHEW, B. P., HOLPUCH, D. M., O'FALLON, V. 1984. Vitamin A and β -carotene in bovine and porcine plasma, liver corpora lutea, and follicular fluid. *J. Dairy Sci.* 67:1316-1322.

CLAWITTER, J., TROUT, W. E., BURKE, M. G., ARAGHI, S., ROBERTS, R. M. 1990. A novel family of progesterone-induced, retinol-binding proteins from uterine secretions of the pig. *J. Biol. Chem.* 265:3248-3255.

DRIANCOURT, M. A., GUET, P., REYNAUD, K., CHADLI, A., CATELLI, M. G. 1999. Presence of an aromatase inhibitor, possibly heat shock protein 90, in dominant follicles of cattle. *J. Reprod Fertil* 1999; 115:45-58.

DULANTO, M. A. 1999. Parámetros productivos y reproductivos de tres líneas puras y dos grados de cruzamiento entre líneas de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de grado Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

EALY, A., DROST, M., HANSEN, P. 1993. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.* 76:2899-2905.

ENCISO, P. 2010. Evaluación de cinco programas de alimentación sobre el inicio de la pubertad de cuyes (*Cavia porcellus*) de raza andina. Tesis para optar el Grado Magister Scientiae. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

ESQUIVEL, J. 1994. Criemos Cuyes. Cuenca: Instituto de investigaciones sociales (IDIS).

EVANS, A. R. 2005. Import risk analysis: Domestic guinea pig, *Cavia porcellus*, imported from Australia, Internet, Setiembre 2016. Disponible en: http://hintlink.com/guinea_pig/Nzriskanalysis.pdf.

GUERIN, P., MOUATASSIM, S., MENEZO, Y. 2001. Oxidative stress and protection against reactive oxygen species in the pre-implantation embryo and its surroundings. *Hum. Reprod. Update.* 7:175-189.

HAFEZ, E. 2002. REPRODUCCIÓN E INSEMINACIÓN EN ANIMALES. Séptima Edición. Editorial Mcgraw-Hill. 293 pág.

HALILOGLU, S., BASPINAR, N., SERPEK, B., ERDEM, H., BULUT, Z., 1984. Vitamin A and β -carotene levels in plasma, corpus luteum and follicular fluid of cyclic and pregnant cattle. *Reprod Domest Anim* 37: 96-99.

HARNEY, J. P., MIRANDO, M. A., SMITH, L. C., BAZER, F. W. 1990. Retinol-binding protein: a major secretory product of the pig conceptus. *Biol. Reprod.* 42:523-532.

HEMKEN, R. W., BREMEL, F. H. 1982. Possible role of β -carotene in improving fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 65:1069-1073.

IKEDA, S., KITAGAWA, M., IMAI, H., YAMADA, M. 2005. The roles of vitamin A for cytoplasmic maturation of bovine oocyte. *J. Reprod. Dev.* 51:23-35.

INGA, V. 2008. Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje para cuyes mejorados (*cavia porcellus*). Tesis de Ingeniería Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

JOZWIK, M., WOLCZYNSKI, S., SZAMATOWICZ, M. 1999. Oxidative stress markers in preovulatory follicular fluid in humans. *Mol. Hum. Reprod.* 5:409-413.

KAMILOGLU, N. N., BEYTUTE, GURBULAK, K., OGUN, M. 2005. Effects of vitamin A and β -carotene injection on levels of vitamin E and on glutathione peroxidase activity in pregnant tuj sheep. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 29:1033-1038.

KAWASHIMA, C., KIDA, K., SCHWEIGERT, F. J., MIYAMOTO, A. 2008. Relationship between plasma β -carotene concentrations during the peripartum period and ovulation in the first follicular wave post-partum in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* Doi:10.1016/j.anireprosci.2008.02.008.

LAB DIET, Prolab Guinea Pig 5PI8. 2014. www.labdiet.com/cs/groups/lolweb/@labdiet/documents/web_content/mdrf/mdi4/~edisp/ducum04_028404.pdf.

LARA, J., VERGARA, V. 2011. Evaluación de dos niveles de energía digestible y os niveles de fibra crida con exclusión de forraje verde en dietas peletizadas para cuyes (*cavia porcellus*) en etapa de gestación y lactancia. PIPS de Alimentos. UNALM.

LAYME, A., PERALES, R., CHAVERA, A., GAVIDIA, C., CALLE, S. 2011. Lesiones anatomopatológicas en cuyes (*cavia porcellus*) con diagnóstico bacteriológico de salmonella sp. *Revista de Investigación Veterinaria. Perúv.*22 n.4.

LEVROUW, L.1996. Vitamins in ruminant feeding. ROCHE BELGIUM.

LIU, K. H., BAUMBACH, G. A., GILLEVET, P. M., GODKIN, J. D. 1990. Purification and characterization of bovine placental retinol-binding protein. *Endocrinology.* 127:2696-2704.

LIU, K. H., DORE, J. J. JR., ROBERTS. M. P., KRISHMAN, R., HOPKINS, F. F., GODKIN, J. D. 1993. Expression and celular localization of retinol-binding protein messenger ribonucleic acid in bovine blastocysts and extraembryonic membranes. Biot. Reprod. 49: 393-400.

LOPEZ, V. 2010. Indicadores del inicio de la Pubertad en el Cuy macho (*cavia porcellus*) raza Perú. Tesis Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

LOTHAMMER, K. H. 1978. Importance of β - carotene for the fertility of female cattle.

LOTHAMMER, K. H. 1979. Importance of β - carotene for the fertility of dairy cattle. Feedstuffs 51, 37-38.

LOVEN, D. P. 1988. A role for reduce oxygen species in heat-induce cell killing and the induction thermotolerance. Med. Hypotheses. 28:39-50

LUNA, C. Y MORENO, A. 1969. EL CUY. Tercera Edición. Universidad Nacional Agraria. Departamento de Producción Animal.

MAMANI, T. 2015. Efecto de dos niveles de energía y dos sistemas de alimentación en cuyes (*cavia porcellu*) reproductoras. Faculta de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina.

MATHERNE, C. 1987. Eficacy of comercial vaccines for protecting guinea pigs agains *Bordetella bronchiseptica pneumoniae*. www.monografías.zoologia.

MICHAL, J. J., HEIRMAN, L. R., WONG, T. S., CHEW, B. P., FRIGG, M., VOLKER, L. 1994. Modulatory effects of dietary betacarotene on blood and mammary leukocyte function in peroparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 77:1408-1421.

MORENO, A. 1968. Alimentación y engorde del cuy. I Convención Nacional de Zootecnia. Resumen Publicado.

PETHES, G., HORVATH, E., KULCSAR, M., HUSZENICZA, G., SOMORJAI, G., VARGA, B., HARASZTI, J. 1985. In vitro progesterone production of corpus luteum cells of cows fed low and high levels of betacarotene. Zbl. Vet. Med. 32:289-296.

PRABHALA, R. H., MAXEY, V., HICKS, M. J., WATSON, R. R. 1989. Enhancement of the expression of activation markers on human peripheral blood mononuclear cells by in vitro culture with retinoids and carotenoids. J. Leukocyte Biol 45:249-254.

PULS, R. 1994. Serum vitamin levels. In: Vitamin levels in animal health. Edited by PULS R, Canada, Sherpa International Publishing House. Pp 11-33.

PERUANO, D. 1999 Evaluación de la vida productiva y reproductiva de cuy hembra (*cavia porcellus*) en cuatro partos utilizando empadre continuo. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina.

PUTNEY, D. J., MULLINS, S., THATCHER, W. W., DROST, M., GROSS, T. S. 1989. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient and insemination. Anim Reprod. Sci. 19:37-51.

QUINTELA, L., DÍAZ, C., BECERRA, J., ALONSO, G., GRACIA, S., HERRADÓN, P. 2008. Papel del - caroteno y la vitamina A en la reproducción en el ganado vacuno. Departamento de Patología Animal. Universidad de Santiago de Compostela – España. Vol. 104 (3), 399-410.

RAPOPORT, R., SKLAN, D., WOLFENSEN, D., SHAHAM-ALBALANCY, A., HANUKOGLU, I. 1998. Antioxidant capacity is correlated with steroidogenic status of the corpus luteum during the bovine estrous cycle. Biochim. Biophys. Acta. 1380:133-140

REMIGIO, R. M. 2006. Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (*cavia porcellus*) mejorados. Tesis Magister Scientiae. Escuela de Posgrado UNALM. Lima. Perú.

RICO, E. 1995c. Nutrición y alimentación en cuyes. Primer curso y reunión nacional de Cuyecultura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

SARMIENTO, J. 2014. Diferentes niveles de Vitamina C sobre el comportamiento productivo del cuy (*cavia porcellus*) hembra bajo alimentación integral. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina.

SARRIA, B. J. 2011. EL CUY CRIANZA TECNIFICADA. Manual técnico en cuyicultura N° 1. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. UNALM. Lima, Perú.

SCHWEIGERT, F. J., RANBECK, W. A., ZUCKER, H. 1987. - carotene and vitamin A in the follicular development of the bovine species. In follicular growth and ovulation rate in farm animals, pp 55-62.

SCHWEIGERT, F. J., ZUCKER, H. 1988. Concentrations of vitamin A, - carotene and vitamin E in individual bovine follicles of different quality. J. Reprod. Fertil. 82:575-579.

SKLAN, D. 1983. Carotene cleavage activity in the corpus luteum of cattle. Int. J. Vit. Nutr. Res. 53: 23-26.

SOLORZANO, A. J. 2014. Evaluación de tres sistemas de alimentación comercial de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de reproducción. Tesis de grado Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

TAKASHIMA, Y. I., SMITH, J. E., WINICK, M., GOODMAN, D. S. 1975. Vitamin A deficiency and fetal growth and development in the rat. J. Nutr. 105:1299-1310.

TORRES, A. 2006. Evaluación de dos niveles de energía y dos niveles de proteína en dietas en crecimiento – engorde de cuyes. Tesis de Grado Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agrario La Molina. Lima. Perú.

USCA, J. 2000. Evaluación del uso de forraje hidropónico de cebada en reemplazo de la alfalfa en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis Maestría en Producción Animal. Facultad de ciencias Pecuarias ESPOCH. Riobamba. Ecuador.

VERGARA, R. V. 2008. Avances en nutrición y alimentación en cuyes. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Simposio: Avances sobre la producción de cuyes en el Perú. Lima, Perú.

VILLAFRANCA, A. 2003. Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (*cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. Tesis Ingeniero Zootecnista UNALM. Lima – Perú.

VIVAS, J. 2009. Manual de Crianza de Cobayos. Universidad Nacional Agrario. Managua. Nicaragua.

WATHES, D. C., TAYLOR, V. J., CHENG, Z., MANN, G. E. 2003. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in post-partum dairy cows. Society for Reproduction and Fertility. Reproduction Suppl. 61:219-237.

YOUNG, F. M., LUDERER, W. B., RODGERS, R. J. 1995. The antioxidant – carotene prevents covalent cross-linking between cholesterol side-chain cleavage cytochrome P540 and its electron donor adenodoxin in bovine luteal cells. Mol. Cel. Endocrinol. 109:113-118.

ZALDIVAR, A. M. 1986. Estudio de la edad de empadre de cuyes hembras (*Cavia porcellus*) y su efecto sobre el tamaño y peso de la camada. Lima: INIPA – Programa Nacional de Ganadería Crianza Familiar.

VIII. ANEXOS

Anexo I: Rangos de temperatura en el galpón

Mes	Semana	T° mínima (°C)	T° máxima (°C)	Temperatura Promedio (°C)	T° Promedio Mensual (°C)
Octubre	1	18.26	20.20	19.23	19.71
	2	18.80	21.45	20.13	
	3	19.10	21.24	20.17	
	4	18.43	20.16	19.30	
Noviembre	1	19.24	21.07	20.16	20.68
	2	18.97	22.00	20.49	
	3	19.45	22.87	21.16	
	4	19.38	22.50	20.94	
Diciembre	1	20.86	23.64	22.25	22.31
	2	20.50	23.00	21.75	
	3	21.00	25.12	23.06	
	4	20.95	23.42	22.19	
Enero	1	23.56	25.98	24.77	25.17
	2	23.17	26.45	24.81	
	3	24.14	26.87	25.51	
	4	23.47	27.71	25.59	
Febrero	1	25.50	30.13	27.82	27.65
	2	24.40	28.42	26.41	
	3	25.42	30.30	27.86	
	4	26.70	30.34	28.52	
Marzo	1	27.80	29.77	28.79	28.24
	2	25.80	29.00	27.40	
	3	27.03	29.63	28.33	
	4	26.15	30.74	28.45	
Abril	1	27.00	29.95	28.48	27.67
	2	24.28	29.43	26.86	

Anexo II: Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 1 – Integral + Forraje (Experimento 1)

Poza	Madre	Peso Inicio Adaptación	Peso Final Adaptación	Peso al Empadre	Peso al Parto	Peso al Destete	Observaciones
R1	5 3761	716	722	948	1454	1570	
	5 3799	804	840	882	1616	1484	
	5 3814	662	622	880	1270	1230	
R2	5 3769	696	676	808	1130	1100	
	5 3815	660	654	860	1258	1336	
	5 3743	576	624	834	1284	1336	
R3	5 3750	558	518	750	1286	1310	
	6 4075	526	546	710	1348	1390	
	5 3751	660	682	785	1226	M	Parto distócico

Anexo III: Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 1)

Poza	Madre	Peso Inicio Adaptación	Peso Final Adaptación	Peso al Empadre	Peso al Parto	Peso al Destete	Observaciones
R1	5 3831	596	750	880	1584	1514	
	6 4078	640	792	898	1514	1640	
	5 3727	634	740	842	1278	1264	
R2	5 3793	564	658	826	850	M	Parto distócico
	6 4100	610	630	776	1300	1088	
	5 3778	534	580	750	1088	1046	
R3	5 3784	568	646	746	1100	1095	
	6 4074	568	630	810	1180	1104	
	5 3748	665	735	912	1243	1250	

Anexo IV: Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 3 – Integral + - caroteno (Experimento 1)

Poza	Madre	Peso Inicio Adaptación	Peso Final Adaptación	Peso al Empadre	Peso al Parto	Peso al Destete	Observaciones
R1	5 3753	708	798	904	1224	1346	
	5 3744	692	780	822	1198	M	Parto distócico
	5 3718	760	850	910	1386	1160	
R2	5 3729	620	720	792	1360	1490	
	5 3771	600	688	814	1510	1530	
	5 3770	638	740	852	1060	1060	
R3	5 3800	568	668	740	1280	1336	
	5 3728	562	650	766	1258	1298	
	5 3741	550	642	746	1150	1120	

Anexo V: Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 1 - Integral + Forraje (Experimento 1)

Repetición	Madre	Fecha Parto	Fecha Destete	Crías			Destete
				Vivas	Muertas	Total	
R1	5 3761	21/12/2015	04/01/2016	6	0	6	4
	5 3799	27/12/2015	10/01/2016	2	1	3	2
	5 3814	19/12/2015	02/01/2016	4	0	4	4
R2	5 3769	29/12/2015	12/01/2016	6	0	6	5
	5 3815	15/12/2015	29/12/2015	4	0	4	3
	5 3743	26/12/2015	09/01/2016	4	1	5	3
R3	5 3750	15/12/2015	29/12/2015	3	0	3	3
	6 4075	19/12/2015	02/01/2016	3	0	3	3
Total				32	2	34	27

Anexo VI: Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 1)

Repetición	Madre	Fecha Parto	Fecha Destete	Crías			Destete
				Vivas	Muertas	Total	
R1	5 3831	19/12/2015	02/01/2016	3	0	3	3
	6 4078	17/12/2015	31/12/2015	0	3	3	0
	5 3727	09/12/2015	23/12/2015	2	0	2	2
R2	6 4100	23/12/2015	06/01/2016	3	0	3	3
	5 3778	01/01/2016	15/01/2016	4	0	4	4
R3	5 3784	04/01/2016	18/01/2016	2	0	2	2
	6 4074	01/01/2016	15/01/2016	3	1	4	3
	5 3748	07/01/2016	21/01/2016	4	0	4	4
Total				21	4	25	21

Anexo VII: Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 3 - Integral + - caroteno (Experimento 1)

Repetición	Madre	Fecha Parto	Fecha Destete	Crías			Destete
				Vivas	Muertas	Total	
R1	5 3753	16/12/2015	30/12/2015	5	0	5	5
	5 3718	18/12/2015	01/01/2016	4	0	4	4
R2	5 3729	29/12/2015	12/01/2016	2	1	3	2
	5 3771	29/12/2015	12/01/2016	0	1	1	0
	5 3770	22/12/2015	05/01/2016	2	0	2	2
R3	5 3800	18/12/2015	01/01/2016	2	1	3	2
	5 3728	01/01/2016	15/01/2016	2	0	2	2
	5 3741	01/01/2016	15/01/2016	3	0	3	3
Total				20	3	23	20

**Anexo VIII: Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 1 -
Integral + Forraje (Experimento 1)**

R	Madre	N° Cría	Fecha Nacimiento	S	Peso Nacimiento	Peso Destete	Observación
1	5 3761	5 4676	21/12/2015	M	122	218	
		5 4677	21/12/2015	H	120	264	
		5 4678	21/12/2015	H	114	286	
		5 4679	21/12/2015	M	108	284	
		5 4680	21/12/2015	M	122	M	Murió
		5 4681	21/12/2015	H	130	M	Murió
	5 3799	5 4710	27/12/2015	H	200	398	
		5 4711	27/12/2015	M	150	316	
		NM	27/12/2015	H	182		Nacido Muerto
	5 3814	5 4672	19/12/2015	M	152	310	
		5 4673	19/12/2015	M	142	304	
		5 4674	19/12/2015	M	144	304	
		5 4675	19/12/2015	M	146	302	
2	5 3769	5 4768	29/12/2015	H	132	180	
		5 4769	29/12/2015	M	118	M	Murió
		5 4770	29/12/2015	M	140	254	
		5 4771	29/12/2015	M	118	240	
		5 4772	29/12/2015	M	108	182	
		5 4773	29/12/2015	M	158	242	
	5 3815	5 4612	15/12/2015	H	122	188	
		5 4613	15/12/2015	M	130	194	
		5 4614	15/12/2015	M	156	288	
		5 4615	15/12/2015	H	116	M	Murió
	5 3743	NM	26/12/2015	H	150		Nacido Muerto
		5 4707	26/12/2015	M	128	284	
		5 4708	26/12/2015	M	130	284	
		5 4709	26/12/2015	M	140	298	
		5 4710	26/12/2015	H	110	M	Murió
3	5 3750	5 4609	15/12/2015	H	156	316	
		5 4610	15/12/2015	H	138	306	
		5 4611	15/12/2015	H	164	330	
	6 4075	5 4669	19/12/2015	M	160	350	
		5 4670	19/12/2015	H	158	294	
		5 4671	19/12/2015	M	144	276	

R: Repeticiones

S: Sexo de las crías

**Anexo IX: Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 2 – Integral
(Experimento 1)**

R	Madre	N°Cría	Fecha Nacimiento	S	Peso Nacimiento	Peso Destete	Observación
1	5 3831	5 4644	19/12/2015	H	178	376	
		5 4645	19/12/2015	H	166	336	
		5 4646	19/12/2015	H	116	258	
	6 4078	NM	17/12/2015	M	166		Nacido Muerto
		NM	17/12/2015	M	180		Nacido Muerto
		NM	17/12/2015	M	188		Nacido Muerto
	5 3727	5 4531	09/12/2015	M	126	228	
		5 4532	09/12/2015	M	118	194	
	2	6 4100	5 4704	23/12/2015	M	156	300
5 4705			23/12/2015	H	130	284	
5 4706			23/12/2015	H	168	298	
5 3778		5 4837	01/01/2016	M	122	186	
		5 4838	01/01/2016	H	124	268	
		5 4839	01/01/2016	H	114	210	
		5 4840	01/01/2016	H	110	166	
3	5 3784	5 4850	04/01/2016	M	158	296	
		5 4851	04/01/2016	H	160	313	
	6 4074	NM	01/01/2016	H	94		Nacido Muerto
		5 4834	01/01/2016	H	128	244	
		5 4835	01/01/2016	M	114	210	
		5 4836	01/01/2016	M	124	254	
	5 3748	5 4869	07/01/2016	H	116	215	
		5 4870	07/01/2016	H	121	236	
5 4871		07/01/2016	H	135	278		
5 4872		07/01/2016	M	118	243		

R: Repeticiones

S: Sexo de las crías

**Anexo X: Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 3 -
Integral + - caroteno (Experimento 1)**

R	Madre	N° Cría	Fecha Nacimiento	S	Peso Nacimiento	Peso Destete	Observación
1	5 3753	5 4616	16/12/2015	M	132	202	
		5 4617	16/12/2015	M	154	284	
		5 4618	16/12/2015	M	134	272	
		5 4619	16/12/2015	H	124	216	
		5 4620	16/12/2015	H	140	282	
	5 3718	5 4663	18/12/2015	M	160	248	
		5 4664	18/12/2015	H	150	264	
		5 4665	18/12/2015	H	126	236	
		5 466	18/12/2015	M	164	284	
		2	5 3729	5 4761	29/12/2015	M	222
5 4762	29/12/2015			H	182	280	
NM	29/12/2015			M	254		Nacido Muerto
5 3771	NM		25/12/2015	H	216		Nacido Muerto
	5 4702		22/12/2015	M	182	380	
5 4703	22/12/2015		M	182	358		
3	5 3800	5 4667	18/12/2015	H	162	374	
		5 4668	18/12/2015	M	182	404	
		NM	18/12/2015	H	158		Nacido Muerto
	5 3728	5 4844	01/01/2016	H	134	232	
		5 4845	01/01/2016	H	136	250	
	5 3741	5 4846	01/01/2016	H	130	210	
		5 4847	01/01/2016	M	126	221	
		5 4848	01/01/2016	H	132	213	
		5 5182	09/03/2016	H	126	289	

R: Repeticiones

S: Sexo de las crías

Anexo XI: Mortalidad de las madres en los tratamientos (Experimento 1)

MORTALIDAD	TRATAMIENTOS		
	T1 (Foraje)	T2 (Integral)	T3 (B-caroteno)
N° de reproductoras al inicio	9	9	9
N° de reproductoras muertas vacías	0	0	0
N° de reproductoras muertas gestantes	1	1	1
N° de reproductoras muertas al destete	0	1	0
N° total de reproductoras muertas	1	2	1
Mortalidad de reproductoras parto (%)	11.11	11.11	11.11
Mortalidad reproductoras destete (%)	0.00	11.11	0.00
Mortalidad Total de reproductoras (%)	11.11	22.22	11.11

Anexo XII: Consumo promedio de alimento balanceado por tratamiento en materia seca (M.S.) Experimento 1

Tratamiento	Repetición	Consumo promedio animal/día (g)	Consumo promedio animal/día/tratamiento (g)	Días de consumo promedio*	Consumo total por el período (g)
1	1	76.02	75.85	104	7905.69
	2	75.33			7834.26
	3	76.20			7925.17
2	1	86.35	85.73	103	8893.60
	2	85.22			8777.83
	3	85.61			8818.26
3	1	85.19	84.29	106	9029.72
	2	83.33			8833.05
	3	84.36			8941.78

* Los días de consumo fueron considerados desde el día de inicio de la parte experimental hasta el día que se desteto la última cría por poza

T1: Alimento Integral + Forraje.

T2: Alimento Integral.

T3: Alimento Integral + - caroteno.

Anexo XIII: Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 1 – Integral + Forraje (Experimento 2)

Poza	Madre	Peso al Empadre	Peso al Parto	Peso al Destete	Observaciones
R1	5 3761	1570	1868	1900	
	5 3799	1484	1725	1750	
	5 3814	1230	1444	1449	
R2	5 3769	1100	1260	1292	
	5 3815	1336	1755	1800	
	5 3743	1336	1464	1478	
R3	5 3750	1310	1145	M	Aborto (Prematuro)
	6 4075	1390	1536	1500	

Anexo XIV: Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 2)

Poza	Madre	Peso al Empadre	Peso al Parto	Peso al Destete	Observaciones
R1	5 3831	1514	1457	1332	
	6 4078	1640	1772	1694	
	5 3727	1264	1224	1259	
R2	6 4100	1088			Aborto 21/01/16
	5 3778	1046	1390	1295	
R3	5 3784	1095	1484	1428	
	5 3748	1250	1390	1295	

Anexo XV: Control de peso en gramos de las reproductoras del Tratamiento 3 – Integral + - caroteno (Experimento 2)

Poza	Madre	Peso al Empadre	Peso al Parto	Peso al Destete	Observaciones
R1	5 3753	1346	1393	1546	
	5 3718	1160	1450	1475	
R2	5 3729	1490			Sangró, pero nunca se encontraron crías
	5 3771	1530	1592	1613	
	5 3770	1060	1606	1630	
R3	5 3800	1336	1518	1524	
	5 3728	1298	1573	1592	
	5 3741	1120	1498	1505	

Anexo XVI: Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 1 - Integral + Forraje (Experimento 2)

Repetición	Madre	Fecha Parto	Fecha Destete	Crías				Destete
				Vivas	Muertas	Momificadas	Total	
R1	5 3761	11/03/2013	25/03/2016	1	2	1	4	0
	5 3799	18/03/2016	01/04/2016	3	0	0	3	2
	5 3814	27/03/2016	10/04/2016	4	1	0	5	3
R2	5 3769	21/03/2016	04/04/2016	5	0	0	5	2
	5 3815	09/03/2016	23/03/2016	2	0	1	3	2
	5 3743	05/03/2016	19/03/2016	2	0	0	2	2
R3	6 4075	21/02/2016	06/03/2016	3	1	0	4	3
Total				20	4	2	26	14

Anexo XVII: Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 2 – Integral (Experimento 2)

Repetición	Madre	Fecha Parto	Fecha Destete	Crías				Destete
				Vivas	Muertas	Momificadas	Total	
R1	5 3831	26/02/2016	11/03/2016	3	0	0	3	3
	6 4078	21/02/2016	06/03/2016	4	0	0	4	3
	5 3727	13/02/2016	27/03/2016	2	3	1	6	1
R2	6 4100	M		0	0	0	0	0
	5 3778	04/04/2016	18/04/2016	2	0	0	2	1
R3	5 3784	20/03/2016	04/04/2016	3	1	0	4	2
	5 3748	22/03/2016	06/04/2016	2	0	0	2	1
Total				16	4	1	21	11

Anexo XVIII: Control de nacimiento, número de las crías del Tratamiento 3 - Integral + - caroteno (Experimento 2)

Repetición	Madre	Fecha Parto	Fecha Destete	Crías				Destete
				Vivas	Muertas	Momificadas	Total	
R1	5 3753	11/03/2016	25/03/2016	2	2	0	4	1
	5 3718	16/03/2016	30/03/2016	3	0	0	3	3
R2	5 3729*	18/03/2016	01/04/2016	0	0	0	0	0
	5 3771	20/03/2016	03/04/2016	4	1	0	5	3
	5 3770	22/03/2016	05/04/2016	1	0	0	1	1
R3	5 3800	28/02/2016	13/03/2016	2	1	0	3	2
	5 3728	17/03/2016	31/04/2016	4	0	0	4	2
	5 3741	10/03/2016	24/03/2016	1	0	0	1	1
Total				17	4	0	21	13

*Esa hembra a la fecha del parto sangró, pero al día siguiente no se encontraron a sus crías, se presume que una rata pueda habérselas llevado.

**Anexo XIX: Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 1 -
Integral + Forraje (Experimento 2)**

R	Madre	N° Cría	Fecha Nacimiento	S	Peso Nacimiento	Peso Destete	Observación
1	5 3761	5 5197	11/03/2016	M	84	M	Murió
		NM	11/03/2016	M	77		Nacido Muerto
		NM	11/03/2016	M	83		Nacido Muerto
		MO	11/03/2016	M	55		Momificado
	5 3799	5 5482	18/03/2016	H	115	241	
		5 5483	18/03/2016	M	132	266	
		5 5484	18/03/2016	H	108	M	Murió
	5 3814	5 5278	27/03/2016	H	123	275	
		5 5279	27/03/2016	H	100	M	Murió
		5 5280	27/03/2016	H	115	211	
		5 5281	27/03/2016	M	89	184	
		NM	27/03/2016	H	115		Nacido Muerto
2	5 3769	5 5245	21/03/2016	H	142	289	
		5 5246	21/03/2016	M	127	247	
		5 5247	21/03/2016	M	106	M	Murió
		55248	21/03/2016	H	120	M	Murió
		5 5249	21/03/2016	H	94	M	Murió
	5 3815	5 5542	09/03/2016	H	147	342	
		5 5543	09/03/2016	H	157	340	
		MO	09/03/2016	M	22		Momificado
	5 3743	5 5186	05/03/2016	H	148	236	
5 5187		05/03/2016	H	163	284		
3	6 4075	5 5653	21/02/2016	H	111	243	
		5 5654	21/02/2016	M	142	287	
		5 5655	21/02/2016	H	122	279	
		NM	21/02/2016	H	139		Nacido Muerto

R: Repeticiones

S: Sexo de las crías

**Anexo XX: Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 2 –
Integral (Experimento 2)**

R	Madre	N° Cría	Fecha Nacimiento	S	Peso Nacimiento	Peso Destete	Observación
1	5 3831	5 5145	26/02/2016	M	176	231	
		5 5146	26/02/2016	H	150	264	
		5 5147	26/02/2016	H	168	342	
	6 4078	5 5119	21/02/2016	H	109	M	Murió
		5 5120	21/02/2016	H	119	208	
		5 5121	21/02/2016	H	143	336	
		5 5122	21/02/2016	M	135	300	
	5 3727	5 5031	13/02/2016	M	94	159	
		5 5032	13/02/2016	M	99	M	Murió
		NM	13/02/2016	H	120		Nacido Muerto
		NM	13/02/2016	H	148		Nacido Muerto
		NM	13/02/2016	M	120		Nacido Muerto
		MO	13/02/2016	H	26		Momificado
	2	5 3778	5 5430	04/04/2016	H	66	M
5 5431			04/04/2016	H	142	351	
3	5 3784	5 5238	20/03/2016	M	132	275	
		5 5239	20/03/2016	H	124	251	
		5 5240	20/03/2016	H	109		Murió
		NM	20/03/2016	M	129		Nacido Muerto
	5 3748	5 5252	22/03/2016	M	100		Murió
		5 5253	22/03/2016	H	108	351	

R: Repeticiones

S: Sexo de las crías

**Anexo XXI: Control de peso en gramos de las crías del Tratamiento 3 - Integral +
- caroteno (Experimento 2)**

R	Madre	Nº Cría	Fecha Nacimiento	S	Peso Nacimiento	Peso Destete	Observación
1	5 3753	5 5195	11/03/2016	M	113	296	
		5 5196	11/03/2016	M	115	M	Murió
		NM	11/03/2016	H	95		Nacido Muerto
		NM	11/03/2016	H	126		Nacido Muerto
	5 3718	5 5434	16/03/2016	M	119	295	
		5 5435	16/03/2016	M	127	299	
5 5436		16/03/2016	H	132	315		
2	5 3771	5 5241	20/03/2016	H	141	223	
		5 5242	20/03/2016	M	155	262	
		5 5243	20/03/2016	M	105	177	
		5 5244	20/03/2016	H	102	M	Murió
		NM	20/03/2016	M	131		Nacido Muerto
	5 3770	5 5260	22/03/2016	H	180	310	
3	5 3800	5 5514	28/02/2016	M	149	334	
		5 5515	28/02/2016	H	131	319	
		NM	28/02/2016	M	176		Nacido Muerto
	5 3728	5 5232	17/03/2016	M	98	217	
		5 5233	17/03/2016	H	115	250	
		5 5234	17/03/2016	M	85	M	Murió
		5 5235	17/03/2016	H	75	M	Murió
	5 3741	5 5448	10/03/2016	M	135	341	

R: Repeticiones

S: Sexo de las crías

Anexo XXII: Mortalidad de las madres en los tratamientos (Experimento 2)

MORTALIDAD	TRATAMIENTOS		
	T1 (Foraje)	T2 (Integral)	T3 (- caroteno)
N° de reproductoras al inicio	8	7	8
N° de reproductoras muertas vacías	0	0	0
N° de reproductoras muertas gestantes	1	1	0
N° de reproductoras muertas al destete	0	0	0
N° total de reproductoras muertas	1	1	0
Mortalidad de reproductoras parto (%)	16.67	16.67	0
Mortalidad reproductoras destete (%)	0	0	0
Mortalidad de reproductoras (%)	16.67	16.67	0

Anexo XXIII: Consumo promedio de alimento balanceado por tratamiento en materia seca (M.S.) Experimento 2

Tratamiento	Repetición	Consumo promedio animal/día (g)	Consumo promedio animal/día/tratamiento (g)	Días de consumo promedio*	Consumo total por el período (g)
1	1	49.57	48.28	95	4709.00
	2	47.81			4542.06
	3	47.45			4507.32
2	1	58.78	57.63	96	5643.15
	2	57.18			5489.01
	3	56.91			5463.32
3	1	58.50	57.73	98	5732.74
	2	57.34			5619.10
	3	57.36			5620.85

* Los días de consumo fueron considerados desde el día de inicio de la parte experimental hasta el día que se desteto la última cría por poza

T1: Alimento Integral + Forraje.

T2: Alimento Integral.

T3: Alimento Integral + - caroteno.

Anexo XXIV: Protocolo de necropsia repetición eliminada

Protocolo de Necropsia

Identificación:

Especie: Cobajo (Hembra) **Propietario:** INIA **Fecha:** Noviembre 27, 2015

Antecedentes:

Presencia de diarrea día anterior a la muerte, abortó 8 fetos y posteriormente murió. El animal no presentaba decaimiento, comía normalmente. Los animales de la poza después de la muerte de esta, empezaron a presentar síntomas de decaimiento, perdiendo peso y muriendo rápidamente. Se perdieron 5 animales más.

Hallazgos de Necropsia:

Examen externo: Mucosa oral pálida, contenido pastoso anal.

Examen interno: Moderado agrandamiento generalizado de los nódulos linfáticos superficiales.

Examen de cavidad y órganos torácicos: En los pulmones se presentaron áreas rojizas, al corte se encontró líquido espumoso. Los ganglios mediastínicos se encontraban agrandados con coloración roja oscura al corte.

Examen de cavidad y órganos abdominales: Intestino delgado, con contenido abundante de gas. Ganglios mesentéricos agrandados (rojo oscuro). Hígado aumentado de tamaño coloración rojo vinosa con puntos blanquecinos en la superficie de tamaño de la cabeza de un alfiler. Útero congestionado, con coloración media negruzca.

Diagnóstico de las Lesiones:

- Moderada hepatitis necrótica multifocal.
- Moderada enteritis catarral.
- Esplenomegalia.
- Edema pulmonar y neumonía.

Comentario: De acuerdo a las lesiones macroscópicas encontradas y los antecedentes mencionados, se sospechaba de un cuadro de salmonelosis, que fue corroborado por el análisis microbiológico de los diferentes órganos remitidos positivos a Salmonella entérica.

**Anexo XXV: Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Reproductivos
(1er Parto)**

PARÁMETROS	C.M.	NS
Fertilidad	0	n.s.
Abortos	0	n.s.
Tamaño de Camada Total Promedio al Nacimiento	1.033	n.s.
Tamaño de Camada Promedio de Crías Vivas al Nacimiento	0.910	n.s.
Tamaño de Camada Promedio al Destete	0.207	n.s.
Mortalidad de Crías al Nacimiento	116.2	n.s.
Mortalidad de Crías al Destete	161.29	n.s.
Mortalidad Total de Crías	1.28	n.s.

C.M: Cuadrado Medio

NS: Nivel de Significancia

n.s.: No significativo

Anexo XXVI: Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Productivos (1er Parto)

PARÁMETROS	C.M.	NS
Peso Promedio de Hembras al Empadre	138.0	n.s.
Peso Promedio de Hembras al Parto	6218	n.s.
Peso Promedio de Hembras al Destete	11170	n.s.
Mortalidad de Reproductoras	123.4	n.s.
Peso Promedio de Crías al Nacimiento	633.6	n.s.
Peso Promedio de Crías al Destete	868.0	n.s.

C.M: Cuadrado Medio

NS: Nivel de Significancia

n.s.: No significativo

Anexo XXVII: Cuadrado Medio y Significancia de los Consumos de Alimento (1er Parto)

CONSUMOS	C.M.	NS
Consumo Promedio de Balanceado tal como ofrecido x animal	107.38	s.
Consumo Promedio de Balanceado en materia seca x animal	85.440	s.
Consumo Total de Balanceado tal como ofrecido x animal	1252159	s.
Consumo Promedio x reproductor x día en materia seca	110.137	s.
Consumo Promedio Total x reproductora en materia seca	1094692	s.

C.M: Cuadrado Medio

NS: Nivel de Significancia

s.: Significativo

**Anexo XXVIII: Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Reproductivos
(2do Parto)**

PARÁMETROS	C.M.	NS
Fertilidad	0	n.s.
Abortos	277.8	n.s.
Tamaño de Camada Total Promedio al Nacimiento	0.4617	n.s.
Tamaño de Camada Promedio de Crías Vivas al Nacimiento	0.1911	n.s.
Tamaño de Camada Promedio al Destete	0.2919	n.s.
Mortalidad de Crías al Nacimiento	52.75	n.s.
Mortalidad de Crías al Destete	201.2	n.s.
Mortalidad Total de Crías	92.63	n.s.

C.M: Cuadrado Medio

NS: Nivel de Significancia

n.s.: No significativo

Anexo XXIX: Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Productivos (2do Parto)

PARÁMETROS	C.M.	NS
Peso Promedio de Hembras al Empadre	868.0	n.s.
Peso Promedio de Hembras al Parto	5488.89	n.s.
Peso Promedio de Hembras al Destete	43219.54	s.
Mortalidad de Reproductoras	277.8	n.s.
Peso Promedio de Crías al Nacimiento	95.97	n.s.
Peso Promedio de Crías al Destete	1373.41	n.s.

C.M: Cuadrado Medio

NS: Nivel de Significancia

n.s.: No significativo

s.: Significativo

Anexo XXX: Cuadrado Medio y Significancia de los Consumos de Alimento (2do Parto)

CONSUMOS	C.M.	NS
Consumo Promedio de Balanceado tal como ofrecido x animal	111.102	s.
Consumo Promedio de Balanceado en materia seca x animal	88.400	s.
Consumo Total de Balanceado tal como ofrecido x animal	1293340	s.
Consumo Promedio x reproductor x día en materia seca	259.164	s.
Consumo Promedio Total x reproductora en materia seca	2011065	s.

C.M: Cuadrado Medio

NS: Nivel de Significancia

s.: Significativo

Anexo XXXI: Imágenes fotográficas



Figura 1: Cuyes hembras en la etapa pre-experimental



Figura 2: Cuyes hembras en la etapa experimental



Figura 3: Galpón 4 – lugar de ejecución



Figura 4: Pozas de los animales



Figura 5: Comederos de arcilla



Figura 6: Bebederos de arcilla



Figura 7: Tratamiento 1 (Forraje + Concentrado)

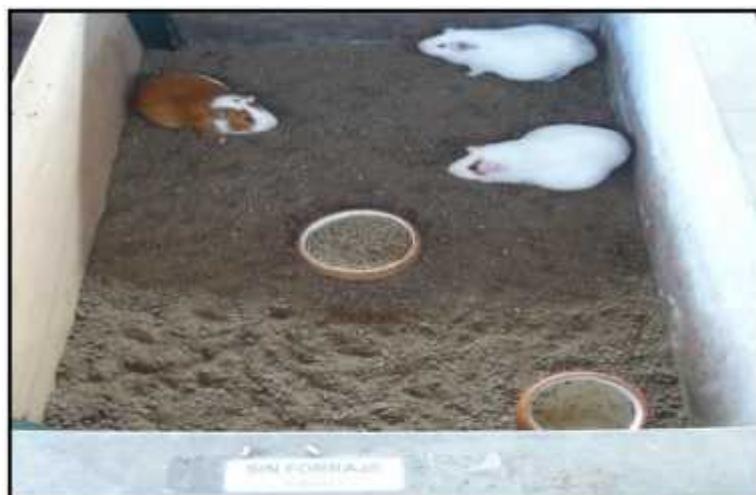


Figura 8: Tratamiento 2 (Concentrado)



Figura 9: Tratamiento 3 (Concentrado + Betacaroteno)



Figura 10: Dietas experimentales



Figura 11: Distribución de los animales en pozas



Figura 12: Alimentación ad libitum



Figura 13: Agua ad libitum



Figura 14: Nacimiento normal



Figura 15: Traslado de madres y crías para registro y pesado



Figura 16: Peso y registro al nacimiento de las crías



Figura 17: Aretado de las crías al nacimiento



Figura 18: Peso de las crías al destete



Figura 19: Peso de las madres al parto y al destete



Figura 20: Crías del tratamiento 1 (Forraje + Concentrado)



Figura 21: Crías del tratamiento 2 (Concentrado)



Figura 22: Crías del tratamiento 3 (Concentrado + Betacaroteno)



Figura 23: Uso de cerca gazapera para proteger a las crías