

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Efecto de la adición de un emulsificante en dietas de crecimiento-engorde para cuyes sobre los parámetros productivos y rentabilidad económica

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

KELVIN HILDEMAR SALDAÑA BENITES

TRUJILLO, PERÚ

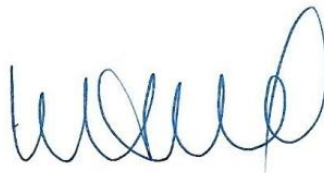
2019

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Wilson Lino Castillo Soto

PRESIDENTE



Ing. Mg. Mario Narro Saldaña

SECRETARIO



Ing. Mg. Jose Cedano Castro

VOCAL



Ing. Mg. César Eduardo Honorio Javes

ASESOR

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con mucho cariño.

A Dios,

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Sofía,

Por haberme apoyado en el transcurso de mi formación profesional, por sus consejos, sus valores, por tu dedicación a sus hijos, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y confianza

A mi padre Salvador,

Por los ejemplos de perseverancia que me ha infundado siempre, por su apoyo para desarrollar esta tesis, por mi formación profesional y por el valor mostrado para salir adelante.

A mi esposa Ana, a mis hijas Fabiana e Ivanna,

Por la confianza que depositaron en mí, por sus consejos, por estar todo este tiempo a mi lado y porque cada día me recordaban que teníamos que salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, mi alma máter, por cobijarme en sus aulas todos estos años de formación y darme la oportunidad de crecer y ser un buen profesional.

A mi asesor y amigo César Eduardo Honorio Javes, por su apoyo profesional en el desarrollo de la presente tesis, mi gratitud por su infinita paciencia y profesionalidad. Ha sido muy importante su presencia en mi vida. Tiene todo mi respeto querido profesor.

A mi director de escuela el Dr. Wilson Castillo Soto, por su valioso aporte académico y culminación de la presente tesis.

A los profesores que durante toda la carrera profesional me formaron con conocimientos para poder enfrentar cada reto que se me presentará en la vida profesional.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

INDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Historia.....	3
2.2. Fisiología digestiva del cuy	3
2.3.1 Necesidades nutricionales.....	4
2.3. Sistemas de alimentación	5
2.4. Sanidad.....	6
2.5. Reproducción.....	6
2.6. Lípidos	7
2.6.1. Funciones de los Lípidos.....	7
2.6.2. Absorción de los Lípidos	8
2.6.3. Transporte de los Lípidos.....	9
2.6.4. Metabolismo de los Lípidos	9
2.7. Emulsificantes.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de Estudio.....	15
3.2. Instalaciones.....	15
3.3. Animales	15
3.4. Variable Independiente	15
3.4.1. Emulsificantes	15

3.5. Tratamientos	16
3.6. Alimentación	16
3.7. Variables evaluadas.....	18
3.8. Análisis estadístico	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	22
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII. RECOMENDACIONES	25
VIII. BILIOGRAFÍA.....	26
IX. ANEXOS	29

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Estándares nutricionales para cuyes mejorados explotados en régimen intensivo.....	4
Cuadro 2. Composición porcentual y nutricional de la dieta para la etapa de crecimiento-engorde en cuyes.....	16
Cuadro 3. Peso inicial, final y ganancia de peso en cuyes pos destete, evaluados hasta de 15 a 55 días de edad.	19
Cuadro 4. Ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento e índice de conversión alimenticia de cuyes post destete evaluados de 15 a 55 días de edad.....	20
Cuadro 5. Rentabilidad económica de cuyes post destete evaluados de 15 a 55 días de edad.	21

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Pesado del AABB con emulsificante natural por 1000 gr para cada tratamiento en las diferentes dietas	29
Anexo 2. Evaluacion y pesado del AABB para inicio del experimento	29
Anexo 3 Promedios de los parámetros productivos de cuyes en fase de crecimiento-engorde, según tratamiento.....	30

RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la adicción de un Emulsificante en dietas de crecimiento-engorde para cuyes sobre los parámetros productivos y rentabilidad económica. Se utilizaron en total 75 gazapos destetados a los 15 días, distribuidos con un diseño completamente al azar, teniendo tres tratamientos con cinco repeticiones, cada unidad experimental estaba conformado por cinco cuyes, las cuales recibieron una dieta base (DB); una dieta base mas 0.05 % de emulsificante (DB500) y una dieta base mas 0.10 % de emulsificante (DB1000), los cuales fueron evaluados por 40 días. Los resultados obtenidos sobre la ganancia diaria de peso g/día (GDP), fueron significativos para el tratamiento DB1000, obteniendo 22.09g; DB500, 18.79g y DB, 13.59g, en el consumo diario de alimento g/día (CDA), el tratamiento DB1000 se obtuvo 73.13 g; DB500 75.63 g y DB, 77.98 g y en el índice de conversión alimenticia g/g, (ICA), también hubo diferencia significativa, para los tratamientos DB1000 obteniéndose 3.31 g; DB500, 4.02 g y DB, 5.74 g. Se concluye que el uso de un emulsificante en dosis de 1000g/t mejora los parámetros productivos y la rentabilidad económica en cuyes en etapa de crecimiento - engorde.

ABSTRACT

The study was conducted at Agriculture Saldaña S.A located in the district of Huanchaco, La Libertad region, where it was evaluated the effect of the addition of an emulsifier in diets of growth-fattening for guinea pigs on production parameters and economic profitability. We used 75 Guinea babies we used at 15 days, distributed with a completely random design, having three treatments with five repetitions each, each experimental unit was made up of five guinea pigs, which received a with diet (DB); a base diet with 0.05% emulsifier (DB500) and a base diet plus 0.10% emulsifier (DB1000), which were evaluated for 40 days. The results obtained on daily weight gain g / day (GDP) were significant for the DB1000 treatment, obtaining 22.09g; DB500, 18.79g and DB, 13.59g, in the daily food consumption g / day (CDA), the DB1000 treatment was obtained 73.13g; DB500 75.63g and DB, 7798g and in the feed conversion index g / g, (ICA), there was also significant difference, for the DB1000 treatments, obtaining 3.31 g; DB500, 4.02 g and DB, 5.74 g. Therefore, the use of an emulsifier in a dose of 1000g / t improves the productive parameters and improves the economic profitability in guinea pigs in the growth stage fattening.

I. INTRODUCCION

La especie *Cavia porcellus*, está considerada como una de las especies animales más utilizadas en la alimentación del hombre precolombino. Los indicios dejados en las culturas pre incas Paracas, Chavín, Mochicas, Vicus demuestran su presencia en los diferentes ecosistemas de nuestro país (Chauca, 1997). De otro lado investigaciones demuestran la dispersión amplia de la familia Caviidae silvestre y su desarrollo como doméstica. Al determinar el ancestro del cuy domestico *Cavia porcellus* podemos apreciar que el *Cavia tschudi* se difundió en la costa del país, podría asumirse hoy por los resultados logrados en la costa peruana que la especie pudo haber encontrado su hábitat de origen. Estudios de los análisis moleculares indican que la especie ancestral del *Cavia porcellus* es *C. tschudii* originario de los Andes Occidentales (Spotorno y otros, 2007).

En la actualidad los lugares que tienen la mayor población a nivel de sud américa son Nariño en Colombia, Azuay en Ecuador, Cajamarca en Perú y Cochabamba en Bolivia. Al hacer una analogía de variables de clima y altitud podemos decir que corresponde a lugares donde tienen ventajas comparativas para lograr mejor productividad. Es cierto que la crianza de cuyes se encuentra dispersa en diferentes ecosistemas pero su mayor desarrollo, medido en la mayor población y la mejor producción se debe a que los animales en estos lugares se mantienen en homeostasis, este equilibrio le da confort por mantenerlos siempre dentro de los márgenes de su temperatura termo neutral. Los países andinos manejan una población más o menos estable de 35 millones de cuyes, el Perú mantiene la mayor población y consumo (Chauca, 1997).

Desde que los cuyes se han criado en grandes explotaciones, con la finalidad de conseguir productos de calidad en gran cantidad y con reducción de costos, se ha usado únicamente la alimentación a base de concentrado. Debido al alto costo que conlleva trasladar la cantidad de forraje necesario, inclusive teniendo que importar del extranjero, como en el caso de la ganadería; dejando de esta manera a la alimentación a base de forraje de lado (INIA, 2012; Vivanco, 2007).

Las dietas formuladas, han tenido que cubrir los requerimientos productivos de los cuyes, pero esto no se ha realizado a cabalidad. Esto se debe a la gran cantidad de insumos que se requiere y a su variedad a pesar de mostrar una función similar. Las diferencias son de origen, contenido, fabricación y conservación (Coronado, 2007).

En el Perú existen pocos trabajos sobre aditivos como los no nutricionales en cuyes siendo esta especie rentable e importante en la producción pecuaria, la utilización de emulsificantes en la dieta de cuyes de crecimiento- engorde es importante debido a la mejora de su digestibilidad y tiene una relación directa con los parámetros productivos y rendimiento económico, por lo cual, es necesario obtener información del efecto de los emulsificantes sobre los parámetros productivos y rentabilidad económica en cuyes en fase de crecimiento-engorde.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Historia

El cuy es originario de Sudamérica y ha crecido en la zona andina de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Hace por lo menos 3000 años se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron. Después de la conquista de los españoles y mestizos se dedicaron a su cuidado. En la actualidad el cuy se cría en las zonas rurales y suburbanas de estos países. Desafortunadamente, debido a la crianza tradicional, la raza de los cuyes ha ido desmejorando y su número al nivel de las familias ha bajado considerablemente a tal punto que varias familias campesinas no tienen estos animales. Actualmente, las especies mejoradas son las que mejores ventajas ofrecen respecto a reproducción, convertibilidad y calidad organoléptica de sus carnes (Chauca, 1997).

2.2. Fisiología digestiva del cuy

El cuy (*Cavia porcellus*), especie herbívora monogástrica, es considerado también según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico, debido a que tiene un estómago e intestino donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración, siendo por lo general de tránsito lento de 13 a 30 horas (Chauca, 1997).

La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra. La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias Gram-positivas (cocos y *Lactobacillus* spp.), que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno través de la cecotrofia. La

población de bacilos Gram-negativos, como *E. coli*, es muy pequeña. (Chauca, 1997; Quinton, 2005).

2.3.1 Necesidades nutricionales

Dentro del conjunto de investigaciones que realizó la Universidad Agraria La Molina (2008), Vergara describe los requerimientos nutricionales que necesita un cuy; estos son proteínas, lípidos, energía, fibra, minerales (calcio, fósforo, magnesio y potasio), vitaminas y agua. En cantidades variables dependiendo de su estado fisiológico, edad en animales que son criados en sistema intensivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estándares nutricionales para cuyes mejorados explotados en régimen intensivo

		Inicio	Crecimiento	Acabado	Gestación Lactación
Energía Disgestible	Mcal/kg	3	2.8	2.7	2.9
Fibra	%	6	8	10	12
Proteína	%	20	18	17	19
Lisina	%	0.92	0.83	0.78	0.87
Metionina	%	0.4	0.36	0.34	0.38
Met.+ Cits.	%	0.82	0.74	0.7	0.78
Arginina	%	1.3	1.17	1.1	1.24
Treonina	%	0.66	0.59	0.56	0.63
Triptófano	%	0.2	0.18	0.17	0.19
Calcio	%	0.8	0.8	0.8	1
Fósforo	%	0.4	0.4	0.4	0.8
Sodio	%	0.2	0.2	0.2	0.2

1 inicio (1-28 días), Crecimiento (29-63 días), Acabado (64-84 días)

La deficiencia de estos nutrientes puede causar, un lento crecimiento, enfermedades como los problemas articulares y muerte. Una deficiencia de lípidos puede causar enfermedades cutáneas y anemia; o una deficiencia de minerales puede producir crecimiento lento, rigidez de articulaciones y alta mortalidad.

En la crianza de cobayos ha de considerarse, además de aquellos atributos nutricionales que pudieran tener insumos destinados a su alimentación, deberá de considerarse la actividad cecotrófica y de coprofagia que caracteriza a esta especie. Hecho que, les permite utilizar aquella proteína microbiana que se genera durante el proceso digestivo fermentativo y por ende, los hace menos exigentes en requerimientos de proteína en su dieta, condición que no suele presentarse en la mayoría de las demás especies de herbívoros (Jiménez, 2007).

Situación que hace que, al ingerir forrajes verdes, proteína como los que se dan en los valles interandinos, no requieran de fuentes adicionales de proteína. Sin embargo, generalmente los forrajes suelen ser deficientes en energía, por contener niveles menores a aquel nivel que requieren los cobayos mejorados para carne, de 2,8 Mcal de ED/Kg de MS; por lo que, las dietas destinadas para alimentar cuyes han de contener alguna fuente energética local adicional, al del forraje, y que podría ser de granos, semillas o tubérculos que se siembren para tal fin o que formen parte de excedentes o desperdicios que se dan durante la actividad agrícola, en los valles interandinos (Jiménez, 2007).

2.3. Sistemas de alimentación

La alimentación de los cuyes puede ser a base de solo forraje, forraje con alimento balanceado o únicamente a base de éste último. La elección del uso va a depender del tipo de explotación que se realice, la disponibilidad del forraje y la exigencia del mercado. Puesto que la alimentación única con forraje no contribuye a su totalidad en los requerimientos de nutrientes y energía, se opta por la alimentación mixta teniendo como base al forraje verde, adicionalmente con balanceado y agua fresca; sin embargo, cuando no hay mucha disponibilidad de forraje se realiza en base a alimento balanceado únicamente junto con agua fresca y limpia (Vergara, 2008).

Los cuyes debido a su facilidad de adaptarse de acuerdo a la disponibilidad del alimento, la combinación de alimentos dada por una restricción, sea del concentrado o del forraje, hacen del cuy una especie versátil en su alimentación, pues puede comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función de un mayor uso de balanceados. También se debe tomar en cuenta el uso de concentrado como único alimento, el cual requerirá una buena preparación de la ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones los consumos al día oscilan entre 40 a 60 g/animal/día, esto va a depender de la calidad de la ración (Chauca, 1997).

2.4. Sanidad

La mortalidad existente en la crianza de cuyes, como consecuencia del desconocimiento de alternativas en el área de salud animal, es lo que limita el desarrollo de la crianza. En los países andinos la cría de cuyes se realiza de manera tradicional en el sistema familiar. Se viene haciendo esfuerzos a fin de mejorar este sistema difundiendo tecnología apropiada para mejorar su producción. A cause de problemas sanitarios se tiene la mayor merma de la producción, por lo que se vienen identificando las causas de mortalidad para tomar medidas de prevención y control. Los cuyes pueden padecer enfermedades bacterianas, virales, parasitarias y orgánicas. Las causas que predisponen las enfermedades son los cambios bruscos en su medio ambiente, considerando variaciones de temperatura, alta humedad, exposición directa a corrientes de aire, sobre densidad, falta de limpie en camas, deficiente alimentación, entre otras (Ramírez, 1972).

2.5. Reproducción

Para manejar con eficiencia a las reproductoras y mejorar su fertilidad, prolificidad y la sobrevivencia de las crías es necesario conocer el comportamiento de los animales antes y durante su etapa reproductiva.

El primer celo en la hembra se presenta, generalmente después de los 30 días de edad. Bajo condiciones normales de manejo puede presentarse entre los 55 y los 70 días dependiendo de la alimentación recibida, el peso corporal es un parámetro más constante que la edad. La duración del celo estral es de 16, 4 días con un promedio de ovulación de 3,4 por ciclo (Vigil, 1971).

En machos, los primeros espermatozoides aparecen a los 50 días de edad, a los 84 días se encuentran espermatozoides en la totalidad de los machos. Igual que las hembras el peso corporal está correlacionado más estrechamente con la primera aparición de los espermatozoides que con la edad. En el manejo del cuy, como productor de carne se debe aprovechar su precocidad, la presentación de las gestaciones postpartum y su prolificidad, (Chauca, 1997).

2.6. Lípidos

Los lípidos son compuestos orgánicos que son relativamente insolubles en agua, pero relativamente solubles en disolventes inorgánicos, realizan importantes funciones bioquímicas y fisiológicas en los tejidos animales y vegetales (Pond, 2003).

2.6.1. Funciones de los Lípidos

Las funciones de los lípidos pueden enumerarse de forma global de esta manera: 1) proporcionan la energía necesaria para el mantenimiento normal y las funciones relacionadas con la producción; 2) constituyen una fuente de ácidos esenciales; 3) funcionan como medio de transporte de las vitaminas liposolubles; y 4) son un constituyente integral de las membranas celulares (Pond, 2003).

2.6.2. Absorción de los Lípidos

Los lípidos son un grupo de moléculas de características no polares, esto es, que no son solubles en entornos acuosos. No obstante, una buena parte de nuestro organismo está constituida por este tipo de moléculas, que crean unos entornos específicos. Por otra parte, los lípidos no son moléculas estáticas, sino que se encuentran en un continuo intercambio, lo cual supone que aparte de su metabolismo local, precisen de sistemas de transporte que permitan su desplazamiento por un entorno acuoso global como es el líquido extracelular. Para este transporte se hace necesario disponer de estructuras que permitan una solubilización interna de los lípidos no polares, pero de manera que el complejo completo sea soluble en entornos acuosos (Gómez, 2006).

La porción superior del intestino delgado es el sitio de los principales procesos de preparación para la absorción. Los lípidos dietéticos, de manera principal triglicéridos, son descargados desde el estómago de modo lento y se mezclan con bilis y secreciones pancreáticas e intestinales. El tamaño de partícula de lípidos se reduce a esferas de 500 a 1000 μm de diámetro. Este pequeño tamaño de partícula deja una mayor superficie de exposición a las lipasas pancreáticas e intestinales, que se absorben sobre la superficie de la partícula y ataca los ácidos grasos, lo que resulta en la hidrólisis de triglicéridos a β -monoglicéridos y ácidos grasos libres. Los β -monoglicéridos y ácidos grasos libres se combinan luego con micelas sal-fosfolípido-colesterol para formar micelas mixtas; estas resultan esenciales para una absorción eficiente (Pond, 2003).

El principal sitio de absorción de los lípidos es la porción proximal del yeyuno, pero algo de absorción ocurre a lo largo del conducto intestinal desde la porción distal del duodeno a la porción distal del íleon. Después de atravesar las células epiteliales, los ácidos libres se

convierten en derivados de la coenzima A en presencia de ATP. Este complejo ácido graso-coenzima A (denominado acilcoenzima A) reacciona con los monoglicéridos dentro de la célula para formar diglicéridos y luego triglicéridos. Los triglicéridos así formados contienen sólo ácidos libres de 12 carbonos o de cadena más larga, ya que los ácidos grasos de cadena corta pasan directamente al sistema portal (Pond, 2003).

2.6.3. Transporte de los Lípidos.

Los lípidos neutros mayoritarios (triglicéridos y ésteres de colesterol) son insolubles en el medio acuoso y deben estar cubiertos por moléculas anfipáticas (hidrofílicas e hidrofóbicas) para poder ser transportados en la sangre. Estas moléculas se denominan lipoproteínas, que son agregados esféricos que contienen proteínas (apoproteínas), colesterol libre y fosfolípidos alrededor del núcleo, donde se alojan las sustancias hidrofóbicas (ésteres de colesterol, triglicéridos), que se hacen así solubles en el agua (Cirio, 2000).

Una vez que los lípidos han sido absorbidos a través del intestino, se combinan en el plasma sanguíneo con cadenas de polipéptidos para producir una familia de lipoproteínas distinta, las que son clasificadas en función de su densidad, determinada mediante centrifugación. Como los lípidos son mucho menos densos que las proteínas, se observa una relación inversa entre el contenido de lípidos y su densidad; por ejemplo, un alto contenido de lípidos significa partículas de baja densidad (Barahona, 2009).

2.6.4. Metabolismo de los Lípidos

El hígado es el órgano central de la interconversión y el metabolismo de los lípidos y su función puede resumirse como sigue: síntesis de ácidos grasos a partir de carbohidratos; síntesis de ácidos

grasos a partir de aminoácidos lipógenos; síntesis de colesterol a partir de acetilcoenzima A; síntesis de fosfolípidos; síntesis de lipoproteínas; síntesis de cuerpos cetónicos; degradación de ácidos grasos; degradación de fosfolípidos; eliminación de fosfolípidos y colesterol de la sangre; alargamiento y acortamiento de ácidos grasos, saturación y desaturación de ácidos grasos; control del almacenamiento en los depósitos grasos; y almacenamiento de lípidos hepáticos (Pond, 2003).

La síntesis de ácidos grasos por el hígado y el tejido adiposo sigue vías similares, pero la contribución relativa de cada tejido difiere grandemente entre las especies estudiadas. Por ejemplo, en el ratón y la rata alrededor de la mitad de la síntesis ocurre en el hígado (Pond, 2003).

2.7. Emulsificantes

Los lisofosfolípidos son aditivos que aumentan el valor nutricional de la dieta. Los lisofosfolípidos actúan mediante distintos mecanismos mejorando la digestibilidad de los nutrientes: surfactan las grasas, aumentan la permeabilidad intestinal y forman pequeñas micelas de nutrientes, más fácilmente absorbibles. Para su producción se usa extracto purificado de lecitina y se modifica mediante acción enzimática de la fosfolipasa A2 (Avinews, 2014).

La fórmula exacta por la cual la permeabilidad repercute en la fluidez de las membranas es compleja, pero puede explicarse simplificada a nivel macromolecular: Una membrana en equilibrio contiene una serie de agujeros o poros, entendidos como espacios en los que falta un fosfolípido en la estructura. A veces se observan agregados de estos vacíos de forma que hay una distribución estadística de tamaños de poro en la membrana.

Cuando se introducen lisofosfolípidos en la membrana, la distribución de los vacíos se afecta de forma que se incrementa el número

y tamaño de los poros. Mediante el mecanismo de transporte pasivo, los nutrientes de elevado peso molecular pueden cruzar la membrana. Si se añaden lisofosfolípidos a la dieta, esto supone que el perfil de absorción intestinal se altera mediante una disminución del freno al transporte pasivo. Si no añadimos más lisofosfolípidos la actividad de la aciltransferasa devolverá las lisomoléculas a su forma diacil y la célula volverá al equilibrio (Avinews, 2014).

Los fosfolípidos son degradados mediante fosfolipasas específicas, éstas se sintetizan en el páncreas también en forma de zimógeno, siendo activadas como las lipasas por proteólisis mediada por tripsina y de igual modo que ellas, requieren la presencia de sales biliares e iones de calcio para su actividad (Garrido, 2001).

Las sales biliares emulsionan los triacilglicéridos (TG) y ésteres de los ácidos grasos de cadena larga, haciéndolos accesibles a la acción hidrofílica de las lipasas esterases intestinales, este proceso de emulsión es posible gracias a la naturaleza anfipática de las sales biliares. Las micelas son transportadas desde el lumen del intestino delgado hasta las microvellosidades de las células epiteliales del mismo, donde estos ácidos grasos se disocian de las micelas y se difunden a través de la membrana hasta el citoplasma celular. Las sales biliares son reabsorbidas en el ileón y transportadas vía vena mesentérica superior a la porta y de esta al hígado, donde entran de nuevo a formar parte de la bilis esto es circulación enterohepática (Garrido, 2001).

La digestibilidad de los nutrientes de la ración es siempre uno de los objetivos a mejorar para disminuir el coste energético de la ración y así aprovechar al máximo los recursos alimentarios aportados en la ración con un coste económico y medioambiental inferior, y con mayor interés en la digestibilidad de las grasas, pues la mejora de su digestibilidad tiene una relación muy directa con el coste económico de la ración.

La grasa se compone principalmente de triglicéridos. El problema de la digestión de las grasas es que tiene lugar en un ambiente acuoso, cuando éstas no son solubles en agua.

La grasa es emulsificada por el efecto detergente de las sales biliares, e hidrolizada por lipasas en ácidos grasos y monoacil y diacilglicéridos (Avinews, 2014).

El transporte de los monoacil y los diacilglicéridos se realiza mediante micelas. De aquí que se requieran biosurfactantes como fosfolípidos, lecitinas y lisolecitinas, estas últimas también conocidas como lisofosfolípidos. El problema de la digestión de las grasas es que tiene lugar en un ambiente acuoso, cuando éstas no son solubles en agua. Fosfolípidos, lecitinas y lisolecitinas tienen un efecto surfactante: son capaces de solubilizar lípidos en una emulsión acuosa (Avinews, 2014).

Desde los 1990s el uso de lisolecitinas en nutrición animal ha ganado adeptos entre la comunidad científica. Aunque muchos expertos aceptan los beneficios de su uso, el mecanismo por el cual estas mejoran los rendimientos productivos del animal son a menudo poco comprendidos (Avinews, 2014).

Los fosfolípidos, incluidas las lisolecitinas, se encuentran de forma ubicua en la naturaleza, en tanto forman parte esencial de la estructura celular, concretamente de sus membranas. Una clase de fosfolípidos: Los lisofosfolípidos, son de interés en la nutrición animal ya que éstos son más hidrofílicos que otros fosfolípidos y forman espontáneamente micelas con sales biliares, ácidos grasos y monoglicéridos. Estas micelas son pequeñas y muy estables en consecuencia los lisofosfolípidos ayudan a la absorción de nutrientes después de la digestión. Una mezcla comercial de lisofosfolípidos ha sido estudiada en varias especies animales y muestran los beneficios y la mejora en la utilización de nutrientes (Schwarzer y

Adams, 1996).

La membrana plasmática es el elemento fundamental arquitectónico de la célula, pues separa lo vivo de lo inerte. Sin embargo, esta separación está lejos de ser absoluta, pues la membrana debe permitir la entrada de nutrientes a la par que la salida de metabolitos. La habilidad de fosfolípidos y lisofosfolípidos para disponerse de forma que este intercambio sea posible, se debe a su estructura molecular única. Los fosfolípidos comunes presentan una cabeza polar y dos cadenas de ácido graso hidrofóbicas. En el caso de los lisofosfolípidos sólo se observa una cadena de ácido graso. Las cabezas polares pueden ser una colina, una etanolamina, una serina o un inositol. Además, para mayor diversidad las cadenas de ácido graso presentan longitudes variables y distintos grados de saturación, por lo que hay toda una serie de parámetros que pueden alterar las propiedades físicas y bioquímicas de estos compuestos. Pequeños cambios en las moléculas pueden alterar radicalmente su funcionalidad, como ocurre con las lisolecitinas, también conocidas como lisolípidos o lisofosfolípidos (Storey, 1986).

Sin embargo, los fosfolípidos no sólo forman bicapas lipídicas de membranas celulares, sino que también pueden formar micelas o liposomas de forma espontánea, cápsulas microscópicas para el transporte de sustancias. Esta característica también depende de la forma y carga de estas moléculas, y afecta la forma en que mezclas complejas de fosfolípidos son capaces de ordenarse de forma altamente organizada a nivel macroscópico. Un tercer atributo de los fosfolípidos es su efecto surfactante, su capacidad para solubilizar lípidos en una emulsión acuosa. Cada una de estas propiedades puede usarse para afectar positivamente la nutrición y sanidad animal, si se usan correctamente según principios científicos. Aunque los lisofosfolípidos suponen sólo un pequeño porcentaje (<1%) del total de lípidos de las membranas celulares, estos juegan un papel fundamental. Una de sus características es que se

comportan como moduladores de la fluidez de las membranas, y es a través de esta capacidad que pueden modificar la permeabilidad de las mismas. Cuando una membrana corriente (en equilibrio) entra en contacto con un exceso de lisolípidos, estos lípidos exógenos son integrados rápidamente en la bicapa (Schwarzer y Adams, 1996).

La membrana pasa a ser más fluida y en consecuencia más permeable. La fórmula exacta por la cual la permeabilidad repercute en la fluidez de las membranas es muy compleja, pero esta puede explicarse simplifícadamente a nivel macromolecular: Una membrana en equilibrio contiene una serie de agujeros o poros, entendidos como espacios en los que falta un fosfolípido en la membrana (Schwarzer y Adams, 1996).

El “Lipidol” es una nueva fuente de alta concentración en lisofosfolípidos que mejora el valor nutricional del alimento para ahorrar en su formulación, además de tener aplicación en todas las especies de aves y cerdos, animales de compañía y acuicultura. Con una composición de lisofosfatidilcolina (3,15%), lisofosfatidiletanolamina (1,78%), lisofosfatidilinositol (0,84%), ácido lisofosfatídico (0,84%), glicolípidos (1,55%), esteroides (1,0%), Otros lípidos (18,0%) y silicato de magnesio (50%) (Agrinews, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Estudio

La investigación se realizó en las instalaciones de la agropecuaria Saldaña S.A, Provincia de Trujillo, Región La Libertad.

3.2. Instalaciones

La crianza de los cuyes se realizó en un galpón construido de material noble con madera, ventanas con malla y techo de cemento. Las jaulas construidas en su interior son de malla plastificada con un área de 0.5 m² por cada cinco animales. Cada jaula estuvo provista con un comedero de cemento para suministro de concentrado y un bebedero para agua.

3.3. Animales

Se utilizó 75 cuyes machos de 15 días de edad, los mismos que fueron distribuidos en las jaulas según los experimentos. Se formaron grupos de 5 cuyes para cada jaula con cinco repeticiones.

3.4. Variable Independiente

3.4.1. Emulsificantes

El emulsificante que se utilizó fue a base de Extracto purificado de Licitina de nombre comercial "Lipidol", en dosis de 0.05 % y 0.10 % por tonelada de alimento, lo cual presenta la siguiente composición.

- lisofosfatidilcolina (3,15%),
- lisofosfatidiletanolamina (1,78%),

- lisofosfatidilinositol (0,84%),
- ácido lisofosfatídico (0,84%),
- glicolípidos (1,55%),
- esteroides (1,0%),
- otros lípidos (18,0%)
- silicato de magnesio (50%)

Fuente: Agrinews, 2014

3.5. Tratamientos

- DB : dieta base sin emulsificante
- DB 500 : dieta base con 0.05 % de lipidol
- DB 1000 : dieta base con 0.10 % de lipidol

3.6. Alimentación

La alimentación fue a base de alimento balanceado (sin forraje) en forma pelletizada con un diámetro de 3.2 mm. La base de la dieta fue la misma para todos los animales, solo se va a realizar agregados de acuerdo al tratamiento asignado. Los animales fueron alimentados por un tiempo de 40 días, que inicia en la fase de crecimiento.

Las dietas fueron formuladas para atender los requerimientos de los cuyes para la etapa de crecimiento (cuadro 2).

Cuadro 2. Composición porcentual y nutricional de la dieta para la etapa de crecimiento-engorde en cuyes.

Ingredientes ²	Tratamientos ¹		
	DB	DB500	DB1000
Maíz molido nacional	47.10	47.10	47.10
Torta de soya 47.5%	24.00	24.00	24.00
Soya integral 37.5%	5.00	5.00	5.00
Afrecho de trigo	20.00	20.00	20.00
Aceite de palma	1.00	1.00	1.00
Carbonato de calico	1.60	1.60	1.60
Sal común	0.20	0.20	0.20
Fosfato dicalcico	0.50	0.50	0.50
DI Metionina 99%	0.15	0.15	0.15
HCL Lisina	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina 60%	0.05	0.05	0.05
Vitamina C recubierta	0.10	0.10	0.10
Premezcla vitamina mineral	0.15	0.15	0.15
Secuestrante de micotoxinas	0.10	0.10	0.10
Lipidol ³	0.00	0.05	0.10
Valor Nutritivo			
Proteína Bruta, %	20.00	20.00	20.00
Energía Digestible para cuyes, Kcal/kg	3000.00	3000.00	3000.00
Calcio, %	0.90	0.90	0.90
Fósforo Total, %	0.60	0.60	0.60
Lisina, %	1.10	1.10	1.10
Metionina+Cistina, %	0.76	0.76	0.76

¹Tratamiento: DB= Dieta base sin emulsificante

DB500= Dieta base con 0.05% de emulsificante

DB1000= Dieta base con 0.10% de emulsificante

³ El emulficante utilizado fue agregado a la dieta base en forma ON TOP

3.7. Variables evaluadas

- Ganancia diaria de peso; GDP (g)
- Consumo diario de alimento; CDA (g)
- Índice de conversión alimenticia, ICA
- Rentabilidad Económica, %

3.8. Análisis estadístico

Los cuyes fueron distribuidos a través de un diseño completamente al azar que constó de 3 tratamientos y 5 repeticiones; cada unidad experimental estuvo compuesta por 5 cuyes.

Se evaluaron los parámetros mediante Análisis de Varianza, usando el programa estadístico Infostat y la prueba de Tukey para comparar diferencias entre los tratamientos ($P < 0.05$).

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de peso de cuyes al inicio y final (kg), así como la ganancia de peso (g); observándose mejores ganancias ($P < 0.05$) en los tratamientos que recibieron lisfosfolípidos en la dieta.

Cuadro 3. Peso inicial, final y ganancia de peso de cuyes evaluados de (15 a 55 días de edad).

Tratamientos ¹	Peso Inicial, g	Peso Final, g	Ganancia de peso, g	
DB 1000	229.76	1113.04	883.28 a	5.17
DB 500	229.84	981.48	751.64 b	
DB	229.72	773.40	543.68 c	
SEM ²			5.17	

Medias con misma letra en columna no difieren significativamente ($P > 0.05$)

1. Tratamientos DB=dieta base
DB500= dieta base más 0.05% de lipidol
DB1000= Dieta base más 0.10% de lipidol
2. Error estándar del promedio

En el Cuadro 4 se muestran los promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, observándose diferencia significativa ($p < 0.05$), en el tratamiento que usaron emulsificante en las dietas.

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento e índice de conversión alimenticia de cuyes post destete evaluados de 15 a 55 días de edad.

Variables ¹	Tratamientos ²			SEM ³
	DB	DB500	DB1000	
GDP, g	13.59 c	18.79 b	22.09 a	0.13
CDA, g	77.98 a	75.63 b	73.13 c	2.75
ICA, g/g	5.74 c	4.02 b	3.31 a	0.03

Medias con misma letra en fila no difieren significativamente ($P > 0.05$)

1. Variables, GDP, g = ganancia diaria de peso; CDA, g = Consumo diario de alimento y ICA = índice de conversión alimenticia.
2. Tratamientos: DB = dieta base, DB500 = dieta base con 0.05% Emulsificante y DB1000 = dieta base con 0.10% de Emulsificante.
3. SEM. Error estándar del promedio

En el Cuadro 5 se muestra los resultados de rentabilidad económica en etapa de crecimiento- engorde en dietas de cuyes de 15 a 55 días de edad.

Cuadro 5. Rentabilidad económica de cuyes post destete evaluados de 15 a 55 días de edad.

	Tratamientos		
	DB	DB500	DB1000
Ingresos			
Peso Vivo, Kg	0.7734	0.9615	1.1130
Precio de Kg de Cuy S/.	25	25	25
Benéfico Bruto	19.3350	24.0370	27.8260
Costo Variables y Fijas			
Consumo de alimento	3.1192	3.0252	2.9252
Costo de alimento	1.45	1.47	1.49
Costo de consumo de alimento	4.52	4.45	4.36
Costo de gazapo destetado, S/.	10	10	10
Sub Total	14.52	14.45	14.36
Otros gastos, 20%	2.90	2.89	2.87
Costo Total	17.42	17.34	17.23
Benéfico Neto			
Por cuy	1.91	6.70	10.59
Rentabilidad, %	10.97	38.62	61.48

V. DISCUSIÓN

Los cuyes alimentados con la adición de emulsificante (lipidol) en las dietas, con 0.05 % y 0.10 % mostraron diferencia significativa ($P>0.05$) en las variables evaluadas (Cuadros 3 y 4) en etapa de crecimiento – engorde.

Por otro lado, se encontró una mayor ganancia diaria de peso en dietas suplementadas con emulsificante en 0.05% y 0.10% respectivamente (18.79 g/d y 22.09 g/d), en comparación a la dieta base sin emulsificante (13.59 g/d), estos resultados son similares a los reportados por Chauca (1997), en donde solo utilizó una alimentación de balanceado durante nueve semanas en cuyes mejorados, reportando una ganancia promedio total y diaria de peso de 821.1 g y 14.6 g respectivamente, además obteniendo un índice de conversión alimenticia de 3.2, (chauca,1997).

En cuanto al consumo diario de alimento existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados en la fase mencionada de crecimiento- engorde, dando como resultado que los tratamientos de la Dieta Base con 0.05% tuvo un consumo de 75.63 g/d, Dieta Base con 0.10 % tuvo un consumo de 73.13 g/d, a comparación de la Dieta Base que no se utilizó emulsificante que alcanzo un consumo de alimento de 77.98 g/d, permitiendo así reducir costos en la alimentación.

En cuanto al índice de conversión alimenticia, se obtuvo diferencia significativa en los tratamientos que usaron emulsificantes, (cuadro 4) similar a lo reportado por Rivas (1995), que menciona que el índice de conversión alimenticia se mejora cuando la dieta utiliza aditivos que mejoran su digestibilidad, llevando a una mejor absorción de los nutrientes.

En los resultados obtenidos en la rentabilidad económica (Cuadro 5) se observa que las dietas que contienen emulsificante, obtienen una rentabilidad de 38.62% y 61.48% con la adición de 0.05% y 0.10% de emulsificante en la dieta, en comparación a la dieta base sin emulsificante que obtuvo un 10.97% de rentabilidad, respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

El uso de emulsificante en dietas para cuyes en la fase de Crecimiento-engorde mejora el rendimiento productivo y rentabilidad económica.

Los Cuyes en etapa de crecimiento-engorde, que se alimentaron con dietas que contenían emulsificantes al 0.05% y 0.10 % consumieron menos alimento, conllevando a una mejor rentabilidad económica e índice de conversión alimenticia.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios comparando diferentes tipos de emulsificantes en dieta para cuyes en las distintas fases de su desarrollo.

Evaluar distintas dosis de los emulsificantes para determinar la cantidad optima del uso en cuyes de engorde.

Evaluar la calidad de carne de cuy alimentados con dietas con emulsificantes, debido a que acelera los días de saca.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Avinews 2014. Digestibilidad de las Grasas: Lisofosfolípidos. Brasil. Disponible en: <http://avicultura.info/empresas/apsa-specialities/>.

Barahona, K. Seminario de química biológica. [Publicación en línea] 2009 [consultado: 25 de junio del 2011]. Disponible en la web: <http://www.monografias.com/trabajos16/lipoproteinas-sanguineas/shtml>.

Coronado, M. 2008 Manua técnico para la crianza de cuyes en el Mantaro. Coordinadora Rural Región Centro. Huancayo, Perú.

Chauca, 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, L. -1997. Producción de cuyes. (*Cavia porcellus*), 1ra ed. La Molina, Perú. Edit. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) p 4-25.

Chauca, L. 1997 Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO, Roma, Italia. 77 p.

Cirio, A. Tebot, I. 2000. Fisiología Metabólica de los Rumiantes, Ed. CSIC, Montevideo.

Garrido, A. 2001. Bioquímica Metabólica. Editorial Tevas. Granada, España.

Gómez, J. 2006. Revista del hospital de Marquez de Valdecilla: Metabolismo lipídico. Servicios de análisis clínicos. Santander.

Huckinham, 1961 Vergleichende Untersuchungen uber die Formenmannigfaltigkeit der Unterfamilie der Caviinae Murray 1886.

Zeitschrift fur Wissenschaftliche Zoologie 166:1-98

INIA, 2012. Pastos y Forrajes.

Jiménez, R. 2007. Uso de insumos agrícolas locales en la alimentación de cuyes en valles interandinos. Archivo Latinoamericano Producción Animal Vol.15.

Pond, W.G. 2003. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Edit. Limusa Wiley. Segunda Edición. México. 635 pág.

Quinton, J. 2005. Novos Animais de Estimação: pequenos mamíferos. Traducido de original. São Paulo, Brasil.

Ramírez, V. 1972. Estudio bacteriológico y epidemiológico de un brote infeccioso en cobayos. Lima: Universidad Mayor de San Marcos.

Rivas, D. 1995. *Pruebas de crecimiento en cuyes*. UNA La Molina, Lima, Perú. 86 pg

Schwarzer, K., and Adams, C., 1996. The influence of specific phospholipids as absorption enhancer in animal nutrition. *Fe&Lipid* 98,304-308.

Stell, R. y Torrie, J. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos, experimentos factoriales. México. (2): 328-334.

Storey M., Maurer A. 1986. Poultry Science. Primera Edición. EE.UU.

Spotorno, A. Manríquez, G., Fernández A., Marín JC, González, F., and Wheeler J. 2007 Domesticación del Cuy a partir de Poblaciones Originarias del Sur del Perú y Norte de Chile, con la Descripción de sus Momias Precolombinas.

Vivanco, H. 2007. Situación y proyección de la ganadería peruana. Lima, Perú.

Vergara, V. 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Programa de Investigación y Proyección Social de Alimentos. Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Vigil, D. 1971. Caracterización del ciclo astral en cobayos hembras vírgenes (*Cavia porcellus*). UNA La Molina, Lima, Perú. p 91.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Pesado del AABB con emulsificante natural por 1000 gr para cada tratamiento en las diferentes dietas



Anexo 2. Evaluacion y pesado del ABB para inicio del experimento



Anexo 3 Promedios de los parámetros productivos de cuyes en fase de crecimiento-engorde, según tratamiento.

Tratamientos ¹	Parámetros productivos ²					
	PI	PF	GP	GDP	CA	ICA
DB 1000	235.40	1122.80	887.40	22.19	2900	3.27
DB 1000	230.20	1125.40	895.20	22.38	2985	3.33
DB 1000	226.60	1100.40	873.80	21.85	2930	3.35
DB 1000	236.20	1120.80	884.60	22.12	2910	3.29
DB 1000	220.40	1095.80	875.40	21.89	2900	3.31
DB 500	222.10	975.60	753.50	18.84	3029	4.02
DB 500	235.10	980.40	745.30	18.63	3020	4.05
DB 500	236.80	970.20	733.40	18.34	3010	4.10
DB 500	230.40	1000.40	770.00	19.25	3036	3.94
DB 500	224.80	980.80	756.00	18.90	3030	4.01
DB	228.20	780.20	552.00	13.80	3120	5.65
DB	232.60	760.80	528.20	13.21	3110	5.89
DB	234.40	770.60	536.20	13.41	3115	5.81
DB	230.80	775.20	544.40	13.61	3123	5.74
DB	222.60	780.20	557.60	13.94	3128	5.61

1. Tratamientos:

DB100=tratamiento base más 0.100% de emulsificante en la dieta

DB50=tratamiento base más 0.050% de emulsificante en la dieta

DB=tratamiento base sin emulsificante

2. Parámetros productivos: PI=peso de inicio; PF= peso final; GP= ganancia de peso; GDP = ganancia diaria de peso; CA= Consumo de alimento; ICA, índice de conversión alimenticia.